

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»
Кафедра общей биологии и экологии
Кафедра агрономической химии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА»
Кафедра физики и мелиорации почв
Кафедра агрохимии

ОТХОДЫ, ПРИЧИНЫ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Сборник научных трудов
по материалам Международной научной
экологической конференции

26–27 марта 2019 года

Краснодар
КубГАУ
2019

УДК 631.95(063)
ББК 40,0
О87

Редакционная коллегия:

А. И. Трубилин (председатель)
ответственный за выпуск – И. С. Белюченко

О87 **Отходы, причины их образования и перспективы использования :** сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2019 – 665 с.

ISBN 978-5-00097-843-6

В сборнике «Отходы, причины их образования и перспективы использования» представлены статьи ученых по решению экологических проблем развития и функционирования агроландшафтов и повышения плодородия почв. В частности, предлагаются направления оптимизации экологического состояния агроландшафтов путем создания и внесения сложных компостов на основе различных отходов, восстановления и насаждения защитных лесополос, применения совмещенных посевов, рекультивации нарушенных земель, а также совершенствования и разработки новых методов очистки отходов промышленности, быта и сельского хозяйства.

Предназначен исследователям актуальных вопросов органического земледелия, улучшения экологического состояния окружающей среды и более эффективного использования различных отходов.

УДК 631.95(063)
ББК 40,0

ISBN 978-5-00097-843-6

© Коллектив авторов, 2019
© ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени
И. Т. Трубилина», 2019

Международная научная экологическая конференция

**ОТХОДЫ, ПРИЧИНЫ ИХ
ОБРАЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**
26–27 марта 2019 г.

ОРГКОМИТЕТ

Трубилин Александр Иванович – ректор Кубанского государственного аграрного университета, доктор экономических наук, профессор; председатель оргкомитета

Кошаев Андрей Георгиевич – проректор по научной работе Кубанского государственного аграрного университета, доктор биологических наук, профессор; заместитель председателя оргкомитета

Шеуджен Асхад Хазретович – профессор, доктор биологических наук, академик РАН; заместитель председателя оргкомитета

Белюченко Иван Степанович – заведующий кафедрой общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета, доктор биологических наук, профессор; заместитель председателя оргкомитета

Смагин Андрей Валентинович – профессор кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, доктор биологических наук, заместитель председателя оргкомитета

Радионов Алексей Иванович – декан агрономического факультета и факультета экологии Кубанского государственного аграрного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Онипченко Владимир Гертрудович – заведующий кафедрой геоботаники биологического факультета МГУ; доктор биологических наук, профессор

Романенков Владимир Аркадьевич – заведующий кафедрой агрохимии факультета почвоведения МГУ; доктор биологических наук, профессор РАН

Касимов Александр Меджитович – академик УЭАН, доктор технических наук, профессор, Центр (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), Украина, Харьков, заместитель председателя оргкомитета

Гукалов Владимир Николаевич – глава администрации Ленинградского района Краснодарского края, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель председателя оргкомитета

Корунчикова Валентина Васильевна – доцент кафедры общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета, кандидат биологических наук

Выходцева Наталья Александровна – начальник отдела по связям с общественностью Кубанского государственного аграрного университета

Новопольцева Людмила Степановна – ведущий специалист кафедры общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета.

СОДЕРЖАНИЕ

Белюченко И. С. Глобальность проблемы накопления отходов, пути и перспективы их использования (вместо предисловия).	15
СЕКЦИЯ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И МЕТОДЫ ДЕТОКСИКАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ	17
Смагин А. В. Продуктивность и устойчивость агроландшафтов: модели, механизмы, технологические решения.	17
Белюченко И. С., Мельник О. А. Проблемы использования фосфогипса на примере агроландшафта Краснодарского края.	26
Ташкузиев М. М., Каримбердиева А. А., Бердиев Т. Т., Очилов С. К. Повышение плодородия и урожайности культур хлопкового севооборота на деградированных почвах Приаралья с применением ресурсосберегающих технологий.	30
Зубов А. Р., Зубова Л. Г., Зубов А. А. К вопросу экологической устойчивости агроландшафтов Донбасса.	33
Перевертин К. А., Васильев Т. А. Актуализация палеобиозагрязнений ландшафтов в условиях глобального потепления.	37
Шибека Л. А., Синькевич В. О. Поиск направлений использования скопа для снижения его воздействия на земельные ресурсы.	39
Савич В. И., Сорокин А. Е., Федорова Н. Д. Влияние информационно-энергетических полей на развитие биотестов.	42
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Абдешев К. Б. Результат производственных испытаний экологически безопасной технологии промывки засоленных земель.	44
Мустафаев Ж. С., Адильбектеги Г. А. Методы оценки тепло- и влагообеспеченности природных ландшафтов.	47
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Жусупова Л. К. Экологическое и биологическое обоснование способов освоения засоленных земель.	50
Миндубаев А. З., Бабынин Э. В., Волошина А. Д., Минзанова С. Т., Миронова Л. Г., Бадеева Е. К., Акосах Й. А. Устойчивость к белому фосфору штаммов <i>Aspergillus niger</i>	52
Османов Р. И., Мамедов Г. М., Мамедбекова З. Б., Махмудова Э. П. Влияние минеральных и органических удобрений на величину водопрочных агрегатов в орошаемых лугово-лесных почвах под овощными агроценозами.	56
Партоев К., Гулов М. К., Нихмонов И., Каримов И. И. Экология продуктивности картофеля.	59
Бердзенишвили И. Г. Ориентация на «зеленую экономику» и эффективность утилизации отходов в производственных циклах.	62
Джалилова Л. З. Мелиоративное состояние почв опытного участка (Карабахская степь).	64
Босак В. Н., Стрельцова Г. Д., Кузьменкова О. Ф., Сачивко Т. В., Акулич М. П. Перспективы использования вмещающих пород при добыче базальтов.	67
Пугин К. Г., Власов А. С. Снижение техногенной нагрузки буровых шламов на окружающую среду.	69
Коробейикова Я. С., Юрас Ю. И. Методические подходы к идентификации и оценке количества отходов в туристических дестинациях.	72

Храмцов А. Б., Минваева М. С. Проблема утилизации мусора в Российских регионах (на примере Тюменской области).	75
Галанина Т. В., Баумгартэн М. И. Твердые коммунальные отходы: опыт Кемеровской области.	78
Вершинин А. А., Каримуллин Л. К., Петров А. М., Кузнецова Т. В. Биологическая активность черноземов в условиях нефтяного загрязнения. . .	81
Байрам К. Х., Халилзаде В. Д. Потенциальная способность к самоочищению различных типов почв Губа-Хачмазского района в случае углеводородного загрязнения.	85
Хрипунов А. И., Общия Е. Н. Фитотоксичность почв аграрных ландшафтов Ставрополья (на примере полигона «Агроландшафт»).	88
Тюрюханов К. Ю., Пугин К. Г. Использование промышленных отходов в составе асфальтобетона.	91
Наумова Г. В., Пироговская Г. В., Жмакова Н. А., Макарова Н. Л., Овчинникова Т. Ф. Влияние регуляторов роста растений на урожайность многолетних трав и накопление в них радионуклидов.	93
Шплис О. Н., Дайбова Е. Б. Способ повышения фиторемедиационного потенциала <i>Medicago sativa</i> L. nothosubsp. <i>varia</i> (Martyn) для детоксикации загрязненных тяжелыми металлами почв.	96
Антоненко Д. А. Экологическая значимость физического состояния почвы в посевах озимой пшеницы в условиях степной зоны Кубани.	98
Трошков А. М., Жук А. П., Рачков В. Е., Кузьменко И. П., Закрасняная В. Ю. Проектирование автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений специалистами ветеринарного и фитосанитарного надзора	105
Трошков А. М., Герасимов В. П., Токарева Г. В., Закрасняная В. Ю., Азарова М. Ю. Проектирование композитных материалов для защиты от физических загрязнителей (электромагнитного излучения) на примере биологического организма – пчелосемьи.	108
Дмитренко В. Н., Щепотьев В. Н, Кутовая О. В. Использование активного ила из осадков сточных вод для улучшения физических свойств почв в аграрных ландшафтах лесостепной зоны.	111
Титова В. И., Дабахова Е. В. Подходы к оценке продуктивности фитоценоза газонов замкнутых пространств внутрипроизводственных территорий.	114
Бускунова Г. Г., Ильбулова Г. Р. Проблема отходов производства и потребления в Зауральском регионе Республики Башкортостан.	118
Хотянович О. Е. Исследование возможности использования солевого отхода в составе комплексной химической добавки для бетона.	120
Стаселько Е. А., Пулотов Ш. А. Определение факторов удаления твердых бытовых отходов и их влияния на окружающую среду.	124
Бабаева Т. М., Ализаде К. С. Исследование почвенного покрова Апшеронского полуострова.	126
Кутакова О. А., Титунин А. А., Вахнина Т. Н. Теплоизоляционный материал из древесных отходов.	130
Панова А. Д., Вахнина Т. Н. Древесно-стружечные плиты строительного назначения из отходов фанерного производства.	132

Куличик Д. М., Романовский В. И., Романовская Е. В., Красковский С. В. Процесс кислотного выщелачивания железа из железосодержащих отходов станций обезжелезивания.	134
Карпук Л. И., Спургияш А. Ч. Гигиенические аспекты вопросов управления отходами в Республике Беларусь.	137
Чугунова М. В., Бакина Л. Г., Герасимов А. О. Влияние строительства и эксплуатации нефтебазы на экологическое состояние формирующихся на его территории техноземов.	140
Мухин В. М., Спиридонов Ю. Я. Использование активных углей в агропромышленном комплексе.	143
Прахова Т. Я., Буянкин В. И. Продуктивность и качество маслосемян гвизоции в различных экологических условиях возделывания.	146
Дарвеш Н., Онищенко Л. М. Физико-химические свойства чернозема выщелоченного в условиях плодоносящего яблоневого сада.	150
Блажева В. И. Почва и экономические эффекты ее использования.	154
Воробьев В. А., Иванова Ж. А. К вопросу о современной деградации калийного состояния окультуренных почв.	155
Норовсурэн Ж. Актиномицеты в почвах чернозема Монголии.	159
Смагин А. В., Полушкин Л. Б., Садовникова Н. Б., Будников В. И., Смагина М. В. Испытания эффективности ризосферных гелевых композиций для картофе- леводства в аридном орошаемом земледелии	162
Абилова У. М., Гашимова Э. Н., Чырагов Ф. М. Определение палладия (II) в магматической горной породе после концентрирования хелатообразующим сорбентом.	167
Смагин А. В., Садовникова Н. Б., Пригода Н. Н., Васенев В. И., Смагина М. В. Гульбе А. Я. Испытания эффективности ризосферных гелевых композиций для картофелеводства в закрытом грунте.	169
Белюченко И. С., Никифорова Ю. Ю. Сравнительная оценка влияния различных удобрений на состав почвенной мезофауны.	178
Никифорова Ю. Ю. Особенности состава почвенной мезофауны при использовании сложного компоста в условиях агроландшафта.	184
СЕКЦИЯ 2. НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ (СОЗ) И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (ТМ) НА АГРОЛАНДШАФТЫ	
Гаджиева С. Р., Алиева Т. И. Полихлорированные бифенилы (ПХБ) в окружа- ющей среде.	191
Дауд Р. М., Кузина А. А., Колесников С. И. Влияние загрязнения селеном на фитотоксичность почв аридных экосистем юга России.	193
Кейсерухская Ф. Ш., Наджафова С. И., Агаева К. Т. Использование пестицидов и его экологические последствия для ландшафтов Азербайджана.	195
Азимов А. Т., Кармазиненко С. П., Кураева И. В., Войтюк Ю. Ю. Анализ ре- зультатов комплексных геохимических исследований образцов компонентов ландшафта из зоны влияния мест захоронения твердых бытовых отходов. . . .	198
Раубо В. М., Гурина А. Н., Севастюк Т. В., Рускевич Г. А. Непригодные пестициды и полихлорированные бифенилы в Республике Беларусь, экологическая безопасность.	201

екузарова С. А., Датиева И. А., Дулаев Т. А. Снижение содержания мышьяка в почве.	204
Барбашев А. И., Сушкова С. Н., Минкина Т. М., Антоненко Е. М., Константинова Е. Ю., Дудникова Т. С. Особенности взаимодействия бенз(а)пирена с гранулометрическими фракциями чернозема обыкновенного	207
Минакова О. А., Александрова Л. В. Баланс Hg, As, Sr-90, Cs-137, В, Мо, S в зерносвекловичном севообороте ЦЧР.	209
Рубцова Л. Е. Выживаемость инвазионных личинок энтомопатогенной нематоды <i>Steinernema feltiae</i> (Filipjev, 1934) (<i>Rhabditida: Steinernematidae</i>) в различных инсектицидах, применяемых против колорадского жука.	212
Багирова Ч. З., Гасанова З. П. Воздействие тяжелых металлов на целлюлозоразлагающие микроорганизмы и каталазную активность.	215
Теучеж А. А. Накопление тяжелых металлов в верхнем слое почвы.	217
Наумова Г. В., Жмакова Н. А., Макарова Н. Л., Овчинникова Т. Ф. Снижение токсического действия ионов меди и ртути на прорастание семян ячменя под влиянием гуминовых препаратов.	222
Егорова Д. О., Пьянкова А. А., Шестакова Е. А. Адаптация бактериального сообщества почвы на генетическом уровне к длительному загрязнению полихлорированными бифенилами.	225
Касатиков В. А., Титов И. Н. Влияние гуминовых препаратов на детоксикацию тяжелых металлов в дерново-подзолистой почве.	228
Повар И. Г., Спыну О. О., Пинтилие Б. Ф. Термодинамический анализ степени осаждения слаборастворимых гидроксидов и солей в промышленных сточных водах.	230
Залыгина О. С, Чепрасова В. И., Кузьменкова О. Ю. Получение оксида цинка из отработанных хлоридно-аммонийных электролитов цинкования.	234
Гаджиева С. Р., Кадырова Э. М. Использование пестицидов в виноградарстве. .	237
Гаджиева С. Р., Эльмина М. К., Елчуева Э. А., Мамедова А. Т. Определение азотсодержащих пестицидов.	239
Ильинский А. В. Изучение накопления мышьяка в фитомассе многолетних трав при детоксикации почвы.	242
Коврик С. И., Кушнерова С. А., Коврик И. И. Связывание металлов-экоотоксикантов гуминовыми кислотами торфяных почв.	245
Курамшина З. М., Смирнова Ю. В. Фитоэкстракция кадмия растениями, инокулированными эндофитными бактериями <i>Bacillus subtilis</i>	248
Коновалов С. Н., Бобкова В. В. Влияние органических и минеральных удобрений на усвоение тяжёлых металлов из дерново-подзолистой почвы растениями яблони колонновидной.	250
Игамбердиева П. К. Изучение содержания тяжелых металлов и мышьяка в некоторых лекарственных растениях Ферганской долины.	253
Бобровицкая Н. Н., Еремеева А. О. Особенности химического состава снежного покрова озер и техногенных территорий северо-восточного Ямала	256
Дудникова Т. С., Сушкова С. Н., Минкина Т. М., Антоненко Е. М., Дорохова Н. А., Дерябкина (Тюрина) И. Г. Состав полициклических ароматических углеводородов в почвах промышленной зоны.	260

СЕКЦИЯ 3. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ПОЧВ

	264
Белюченко И. С. Реутилизация отходов при создании сложных компостов.	264
Бакина Л. Г., Чугунова М. В., Маячкина Н. В., Герасимов А. О., Поляк Ю. М. Оценка эффективности способов рекультивации нефтезагрязненной дерново-подзолистой почвы по результатам многолетнего полевого опыта. .	275
Сафаров А. Х., Ягафарова Г. Г., Акчурина Л. Р., Валиахметова Ю. А., Минимухаметов Д. Х. Перспективные направления рекультивации грунтов, загрязненных нефтепромышленными сточными водами.	278
Желязко В. И. Рекультивация техногенно загрязненных земель мелиорируемых агроландшафтов.	279
Гаджиева С. Р., Алиева Т. И. Рекультивация нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова.	283
Иванова Л. А. Инновационный подход к ремедиации нефтезагрязненных территорий в Арктической зоне РФ.	285
Цыганов А. Р., Сосновская Н. Е., Томсон А. Э., Соколова Т. В., Пехтерева В. С. Эффективность применения композиционного материала на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов для рекультивации нефтезагрязненных земель	288
Тюрюков А. Г. Особенности проведения биологической рекультивации на севере полуострова Ямал.	291
Горбунов И. В. Биорекультивация деградированных почв на примере золошлакоотвала ТЭЦ-1 города Читы Забайкальского края.	294
Агибаева А. Ж. Геоэкологические проблемы глубокой безотходной разработки техногенных месторождений и пути их решения.	296
Бахшиева Ч. Т., Кулиев А. Г., Садыхов Ф. А. К вопросу восстановления нефтезагрязненных почвенных экосистем Апшерона.	300
Каримуллин Л. К., Вершинин А. А., Игнатъев Ю. А., Петров А. М. Биохимическая активность нефтезагрязненной светло-серой лесной почвы. .	303
Середина В. П., Носова М. В. Некоторые аспекты рекультивации нефтезагрязненных почв пойменных экосистем в условиях Западной Сибири.	305
Сорока Н. В., Синдирева А. В. Техногенный грунт для рекультивации объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.	308
Лобойко В. Ф., Подковыров И. Ю., Вдовенко А. В. Оценка состояния лекарственных видов древесно-кустарниковых растений в условиях нарушенных грунтов нефтеперерабатывающих предприятий.	312
Кадырова Э. М. Экологический мониторинг загрязненных токсичными веществами территорий.	316
Кузнецова Т. В., Петров А. М., Князев И. В., Богданова О. А. Микробный пул аллювиальных луговых почв разного гранулометрического состава в условиях нефтяного загрязнения.	319
Зайнулгабидинов Э. Р., Игнатъев Ю. А., Петров А. М., Князев И. В. Особенности определения содержания углеводородов нефти в загрязненных почвах методами потери массы при прокаливании и ИК-спектроскопии.	322

Кукушкин С. Ю., Опекунова М. Г., Опекунов А. Ю. Оценка загрязнения тундровых почв на участках поисково-оценочного бурения (Ямало-Ненецкий автономный округ)	325
Зубова Л. Г., Зубов А. Р., Зубов А. А. Геосистемный подход к оценке экологической ситуации в агроландшафтах около терриконов.	328
Мамедова А. Т., Кадырова Э. М., Мехтиева С. Т., Алиева В. С. Контроль загрязнения окружающей среды.	334
Поздняков С. А., Кеслер К. Э., Воронина Л. П. Подход к изучению и обезвреживанию нефтебуровых шламов при рекультивации амбаров.	337
Воронцова З. И., Темрюк М. Ш. Рекультивация загрязненных нефтью и тяжелыми нефтепродуктами почв.	340
Конурбаева М. У. Угледородоокисляющая способность микроорганизмов, из загрязненной нефтепродуктами почвы побережья г. Балыкчы	343
Васильева Г. К., Зиннатшина Л. В., Ахметов Л. И., Сушкова С. Н. Биорекультивация загрязненных углеводородами нефти почв с использованием метода сорбционной биоремедиации.	345
Поляк Ю. М., Бакина Л. Г., Маячкина Н. В. Изменение аллелопатической активности почвенных микромицетов в процессе рекультивации нефтезагрязненных почв.	348
Головастикова А. В., Кривдина О. А. Мониторинг формирования устойчивых биолого-почвенных сообществ отвалов КМА и их индикационные свойства.	350
Щемелинина Т. Н., Анчугова Е. М. Биопрепарат «Биотрин» и биогеосорбент «Геолекс» для очистки грунтов железнодорожного полотна.	353
Бобровицкая Н. Н., Еремеева А. О. Расчет гидрологических характеристик территории полигона ТБО «Багерovo» Республики Крым для реконструкции в современный объект размещения отходов.	355
Жидков А. Н., Коженков Л. Л. Мартынюк А. А, Миронов В. Е. Комплекс санитарно-оздоровительных мероприятий полигонов складирования вторичных материалов промышленности.	359
Любова С. В. Обследование свалки на островных территориях Архангельска при подготовке к рекультивации.	361
Слизская А. А. Несанкционированные свалки в малых населенных пунктах и взаимосвязь с агроландшафтами прилегающих территорий.	364
Сергеева А. С., Корунчикова В. В. Мониторинг рекультивации свалки ТПБО в окрестностях г. Краснодара.	366
СЕКЦИЯ 4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕЧНЫХ СИСТЕМ	
Ильмаст Н. В., Алексеев М. Ю., Кучко Я. А. Исследование водного биоценоза притока реки Оби в условиях нефтяного загрязнения.	372
Яшин И. М., Рамазанов С. Р., Атенбеков Р. А. Экогеохимическая оценка почв боровых террас реки Усманки в условиях лесостепной зоны.	375
Гаджиева С. Р., Алиева Т. И., Рустамова У. Н., Кулиева М. Г. Экологическое состояние водных ресурсов в северной части Азербайджана.	381
Козыкеева А. Т., Мустафаев Ж. С., Даулетбай С. Д., Таженова А. И. Модель устойчивого функционирования водосбора бассейна реки Шу с учетом геоэкологических ограничений.	382
Алиева Т. И. Загрязненность рек Куры и Аракса.	385

Шавлинский О. А. Определение экономического ущерба при загрязнении речных систем в результате мелиорации земель.	387
Ковалев И. В. Загрязнение водоприемников водами дренажного стока.	389
Керечанина Е. Д. Настоящее и будущее реки Ловать.	393
Козыкеева А. Т., Мустафаев Ж. С., Тастемирова Б. Е. Оценка гидрохимического режима стока водосбора бассейна реки Тобол.	396
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Жанымхан К. Геоэкологическая оценка трансформации загрязняющих веществ водосбора бассейна реки Каратал. . .	399
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Калмашева А. Н. Особенности формирования гидрологического режима стока бассейна реки Есиль в условиях антропогенной деятельности.	402
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Рыскулбекова Л. М. Геоэкологическая оценка качества воды водосбора бассейна реки Или.	405
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Мустафаев К. Ж., Ешмаханов М. К., Турсынбаев Н. А. Методика оценки экологических услуг мелиорации при комплексном обустройстве речных бассейнов.	408
Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Ескермесов Ж. Е. Оценка функционирования природно-технической системы (гидроагроландшафтов) бассейна реки Сырдарья.	411
Ларионова Н. А. Загрязнение речных систем промышленными отходами.	414
Кадырова Э. М. Загрязнение водных систем Азербайджана	417
Гаджиева С. Р., Рустамова У. Н., Алиева Т. И., Йолчулу Э. А. Исследование содержания тяжелых металлов в речной экосистеме г. Сумгаита.	420
Гаджиева С. Р., Рустамова У. Н., Алиева Т. И., Йолчулу Э. А. Экологическая оценка загрязнения тяжелыми металлами морской воды и донных отложений Каспийского моря вблизи г. Сумгаита.	422
Бардина Т. В., Чугунова М. В. Использование контактных методов биотестирования для оценки экотоксичности почвогрунтов ранее рекультивированных объектов на территории водосбора р. Невы.	425
Гаджиева С. Р., Гадирова Э. М., Байрамов Г. И. Химический анализ сточных вод нефтеперерабатывающей промышленности.	428
Мельник И. В., Обухова О. В., Дроздова А. Е., Южалина А. А. Загрязнение реки Кизань (рукав Волги) в районе расположения Соколовских нефтяем. . .	432
Жуков С. П. Состояние экосистемы среднего течения реки Грузская.	436
Монгуш С. П., Петрова Е. М. Динамика сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты Республики Тыва и Республики Саха (Якутия)	439
Субботина Ю. М., Шопинская М. И., Бородулин И. В. Механизм антибактериального действия фитопланктона и высшей водной растительности на процессы самоочищения сточных вод.	441
Милюткин В. А., Агарков Е. А. Комплексная очистка открытых оросительных каналов от синезеленых водорослей.	445
Лях Ю. Г. Загрязнение водоемов сточными водами свиноводства как фактор роста инфекционной патологии среди ресурсных видов животных.	449
Шачнева Е. Ю., Хентов В. Я., Семченко В. В. Связь накопления металлов водной растительностью с температурой Дебая металла.	452

Красников Д. В., Красников М. В., Творонович В. В. Оценка загрязнения речной системы реки Орлик на территории Орловской области.	455
Таптыгова К. А. Биотехнология разведения медицинской пиявки (<i>Hirudo orientalis</i>) в лабораторных условиях	458
СЕКЦИЯ 5. ПЕРЕРАБОТКА НАВОЗНЫХ СТОКОВ И ДРУГИХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	461
Мёрзлая Г. Е., Афанасьев Р. А., Веселов В. М. Переработка и использование органических отходов.	461
Волкова С. Н., Сивак Е. Е., Белова Т. В., Золотых Р. И., Матвеева Ю. Г. Особенности методик обработки результатов исследований, связанных с переработкой отходов сырьевых ресурсов.	464
Жмырко Т. Г., Новикова Т. К., Береза И. Г. Переработка отходов птицефабрик в экологически безопасные удобрения.	467
Киров Ю. А., Сычев А. С., Бореев А. А., Моисеев Е. В. Обоснование технологической линии переработки стоков свиноводческих комплексов.	470
Антонова О. И., Рассыпнов В. А. Экологическая и агрохимическая эффективность утилизации отходов животноводства в условиях Алтайского края.	473
Сибгатуллин Ф. С., Халиуллина З. М., Петров А. М., Синяшин К. О. Результаты практического применения удобрения из куриного помета с препаратом «Мефосфон»	476
Чезлова О. Е., Волчек А. А., Басалай Е. Н. Влияние внесения свиноводческих сточных вод на состояние почв	480
Гурбанова З. Р. Эколого-экономическое значение отходов производства в условиях Азербайджанской Республики.	483
Теучеж А. А., Гукалов В. Н. Влияние навоза КРС на физико-химические свойства почвы и продуктивность растений.	486
Мамедов Г. М., Махмудова Э. П. Влияние различных доз навоза под картофель на плодородие горных черноземов Азербайджана.	492
Иванова Н. С., Бадрудинова А. Н. Возможность использования биогазового топлива на чабанских стоянках в Калмыкии.	493
Минзанова С. Т., Шавалиева А. В., Ахмадуллина Ф. Ю., Миронова Л. Г. Технологические аспекты получения пектина из дайкона	496
Ушакова Н. А., Зиновьева С. В., Удалова Ж. В., Бастратов А. И. Антинематодный эффект зоокомпоста, полученного при выращивании личинок <i>Hermetia illucens</i> на растительных отходах	499
Теучеж А. А. Анализ состояния проблемы использования отходов животноводства.	501
Бредихин В. П., Темникова Я. И., Голотова И. В. Переработка навозных стоков свиноводческих комплексов на биогазовых станциях с целью получения высокоэффективных органических биоудобрений	505
Тур Э. А., Басов С. В. Анализ сточных вод на различных этапах технологического процесса замачивания зерна при производстве солода.	508
Албулов А. И., Фролова М. А., Рогов Р. В., Абрамов А. Б., Гринь А. В. Отходы пушного звероводства и перспективы их использования.	511

Маградзе Е. И. Разработка бактериального удобрения как один из способов утилизации молочной сыворотки.	514
Нефедов А. В., Иванникова Н. А. К вопросу использования осадков сточных вод.	515
Бекренёв Д. С. Особенности взаимодействия цеолитов и органических отходов птицефабрик.	518
Зубин В. В., Пташкина-Гирина О. С., Телюбаев Ж. Б. Анализ эффективности использования биогазовых установок в условиях Южного Урала.	520
Русакова И. В. Роль послеуборочных остатков в круговороте биогенных элементов в агроценозах.	523
Журавлева А. Н., Рогозина А. А., Игонина А. С. Исследование технологии утилизации пищевых отходов.	528
Нго Х. Н., Ле К. З., Нгуен З. Х., Зенитова Л. А. Получение диоксида кремния из рисовой шелухи и его применение в качестве наполнителя полиэтилена.	530
Нгуен З. Х., Ле К. З., Зенитова Л. А., Нго Х. Н. Исследование влияния технологических параметров процесса получения диоксида кремния из рисовой шелухи.	533
Моисеев А. А., Наконечный Н. В. Вермикультивирование компостных червей гибрида Старатель в субстратах из остатков сточных вод и пивной дробины.	537
Иванова Ж. А., Соколов И. В. Эффективность нового удобрения на основе отходов птицеводства в полевом севообороте.	541
Сидякин А. И., Тихонов В. В., Федин А. А. Использование микробных композиций «НПО Биотехсоюз» для ускоренной переработки навозных стоков свиноводческих комплексов в безопасные удобрения.	544
Новоселов С. И. Эффективность внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений на основе свиного навоза.	550
СЕКЦИЯ 6. КРУГОВОРОТЫ БИОГЕНОВ, В ЧАСТНОСТИ УГЛЕРОДА И АЗОТА, В АГРОЛАНДШАФТАХ	
	553
Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н., Хачмамук П. Н., Кизинек С. В., Галай Н. С. Агрохимия нейтрализованного фосфогипса в рисовом агроландшафте.	553
Гуторова О. А., Шеуджен А. Х. Содержание углерода и азота в почвах рисовых агроландшафтов.	556
Ковалев И. В., Ковалева Н. О. Круговорот биофильных элементов в оршштейнах агросерых полугидроморфных почв.	559
Оруджева Н. И. Севооборот как важный способ при повышении биогенности почв в агроландшафтах полузасушливой зоны.	563
Приходько В. Ю., Сафранов Т. А., Шанина Т. П. Оценка вовлечения биогенных элементов в природный цикл при компостировании органической составляющей твердых бытовых отходов.	566
Демакина И. И., Медведев И. Ф., Бузуева А. С. Динамика азотного питания в почве под различными биоценозами.	569
Кулагина В. И., Грачев А. Н., Сунгатуллина Л. М., Рязанов С. С., Хисамова А. М. Оценка влияния биоугля на содержание азота в серых лесных почвах.	571
Яшин И. М., Рамазанов С. Р., Поветкин В. А., Прохоров И. С. Водная миграция веществ в черноземах Приволжской возвышенности.	574

Мусиевский А. Л., Чугреев М. Ю., Сергуткина А. А. Круговорот и бюджет углерода в лесном фонде Белгородской области.	577
Золкина Е. И. Влияние различных систем удобрения на круговорот органического вещества и элементов питания в зернопропашном севообороте.	580
Чокина В. В. Динамика накопления азота и прогноз урожая озимой пшеницы	583
Кенжебаева А. В. Биогенная миграция некоторых элементов в растениях прибрежной зоны восточного Присыккуля	586
Сыщиков Д. В., Приходько С. А., Удодов И. А., Мысник И. В. Рост и развитие злаковых растений (пшеница и ячмень) при некорневом внесении микроэлементов.	589
Русу А. П. Количественные показатели взаимодействия гидролизного лигнина с нитратами.	592
СЕКЦИЯ 7. СЛОЖНЫЙ КОМПОСТ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ – ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ	
	596
Алещенкова З. М., Картыжова Л. Е., Томсон А. Э., Соколова Т. В., Навоша Ю. Ю., Пехтерева В. С., Сосновская Н. Е. Биоудобрение на основе отходов птицефабрик.	596
Проценко Е. П., Косолапова Н. И., Сапронова С. Г., Алферова Е. Ю., Неведров Н. П. Экологические аспекты применения органических компостов из отходов на черноземных почвах.	599
Аристова Н. И., Бейбулатов М. Р., Буйвал Р. А. Использование препарата-концентрата для улучшения свойств агроландшафтов, качества урожая и продуктов переработки винограда в условиях Республики Крым. . .	601
Коновалова Е. В. Влияние компостов на основе эффективных микроорганизмов и микробиологического препарата ЭМИКС на урожайность пшеницы сорта Лютесценс.	604
Попкович Л. В. Изготовление питательной смеси для выращивания рассады овощных культур на основе копролита из органических бытовых отходов. . .	606
Царёва М. В. Обоснование соотношения куриного помета и торфа при приготовлении помётно-торфяных компостов.	609
Сиротюк Э. А. Создание экологичного композита на основе мицелия базидиальных грибов.	613
Плотникова Т. В., Сидорова Н. В., Егорова Е. В. Агробиологическое оздоровление деградированной питательной смеси парника с помощью органических удобрений при несменном выращивании табачной рассады. . .	616
Анисимова Т. Ю. Торфяная зола как компонент питательных торфогрунтов. . .	619
Наумова Г. В., Макеенко А. А. Побочные продукты производства гуминовых препаратов и перспективы их использования.	621
Ильясова Р. Р., Массалимов И. А. Применение отходов сорбционной очистки промышленных сточных вод от ионов меди (II) в качестве питательной смеси для увеличения содержания аспарагина и глутамина на этапе всхожести семян фасоли зерновой.	624
Лицкевич А. Н., Гулькович М. В., Чирук Л. И. Производство компостов из осадков сточных вод и других отходов промышленности.	626

Ульянова О. А., Речкин И. А., Коновалов Н. С., Бутенко М. С. Оценка действия биоудобрений из отходов производства на азотный режим почвы. .	629
Воробьева Т. Н., Белков А. С. Использование компоста для повышения супрессивности почвы виноградных насаждений.	631
Антоненко Д. А., Гукалов В. В., Никифорова Ю. Ю., Петрик Г. Ф. Вторичное использование отходов при выращивании кукурузы в условиях аграрного ландшафта.	634

**СЕКЦИЯ 8. ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС
НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ
И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В АГРОЛАНДШАФТАХ**

642

Решетняк Н. В., Косонова Т. М., Ганзий Ю. А., Решетняк А. А. Лесные полосы и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур	642
Теучеж А. А. Создание условий устойчивого развития и функционирования системы защитных лесных насаждений в Краснодарском крае.	644
Баймурзина Д. Р., Юсупова Г. М. Влияние полезащитных лесных полос на зерновые культуры в Республике Башкортостан.	649
Зарудная Т. Я., Подлесных И. В. Влияние лесной полосы на плодородие почвы.	651
Обезинская Э. В., Эбель А. В., Дудина Н. Н. Влияние лесных полос на физико-химические свойства почв и урожайность сельскохозяйственных культур в агроландшафтах на деградированных почвах Павлодарской области.	653

**СЕКЦИЯ 9. СОВМЕЩЕННЫЕ ПОСЕВЫ КАК ВАЖНЫЙ
СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПОЧВ И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ В АГРОЛАНДШАФТАХ**

656

Галеев Р. Ф., Шашкова О. Н. Приёмы снижения водопотребления растений в кормовых севооборотах на выщелоченном чернозёме лесостепной зоны Западной Сибири.	656
Садридинов С., Партоев К. Выращивание топинамбура с другими кормовыми культурами в условиях Таджикистана.	659
Алексеенко В. А., Швыдка Н. В., Пузанов А. В. Геохимические изменения почвенного покрова после отработки рудных месторождений полезных ископаемых.	662

**ГЛОБАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ОТХОДОВ,
ПУТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
(вместо предисловия)**

Белюченко Иван Степанович, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, Краснодар*, bioeco@inbox.ru

Образование и накопление отходов – неизбежные последствия развития цивилизации и человеческой деятельности, поэтому проблема избавления от них актуальна во всём мире и особенно остро стоит именно в странах с развитой промышленностью и сельским хозяйством. Пренебрежение этой проблемой в прошлом уже негативно отразилось на окружающей среде, а игнорирование в дальнейшем приведёт буквально к «завалу». И если причины образования отходов достаточно понятны, хотя и различаются по источникам и направлениям хозяйственной активности человека, то пути и перспективы утилизации разнокачественных по химическому составу и физическим свойствам, а также по биологической составляющей отходов очень разнообразны и многоаспектны.

Загрязнение природы – это первый и ключевой аспект воздействия отходов. Однако и загрязняющие вещества различаются по своему влиянию: от тривиальных пыли, запахов, утраты эстетичности ландшафтов и нередко самих ландшафтов (что тоже неприятно и даже опасно) до весьма опасных и стойких органических загрязнителей, способных к накоплению в живых тканях и при этом биологически активных, и, наконец, патогенов, угрожающих биоте и в том числе здоровью человека.

Отходы накапливаются, и даже если они химически инертны, занимают большие площади, которые с ростом населения становятся всё более дефицитными. Рекультивация нарушенных и загрязнённых земель требует больших капитальных затрат и энергии. Загрязнение агроландшафтов приводит к снижению плодородия почв и ухудшению качества водных систем, теряющих в итоге свои биологические и экологические функции в экосистемах. В результате качество сельхозпродукции, напрямую связанное со здоровьем человека, тоже не улучшается.

Агроландшафтные образования и водные системы неразрывно связаны между собой, образуя единые экосистемы и являясь частью биосферы Земли. Загрязнение почв различными отходами, в том числе и промышленными и бытовыми, обязательно влечёт загрязнение воды, что, безусловно, загрязняет не только сельхозпродукцию, но и наши организмы, накапливается в биоте.

Можно и дальше продолжать перечисление всех неприятностей, которые влечёт за собой накопление отходов. Но эти факты общеизвестны и довольно подробно изложены в материалах данной 9-й международной экологической конференции «Отходы, причины их образования и перспективы использования».

Но существует и другой важный аспект проблемы отходов. Наряду с дефицитностью ненарушенных площадей, обостряется и проблема дефицита первичного сырья. Практически все отходы имеют какую-то ценность в зависимости от своего состава и свойств и могут быть использованы как вторичное сырьё для производства другой продукции или для повышения плодородия почв, например, в составе компостов при сочетании органических отходов сельского хозяйства и пищевых производств и минеральных промышленных отходов. Органические отходы структурируют субстрат, депонируют многие необходимые для растений элементы, создают благоприятные условия для микробоценозов и почвенной мезофауны. Минеральные отходы в значительной степени влияют на реакцию среды, улучшая среду обитания педобионтов, снабжают растения очень важными для жизнедеятельности и качества продукции микроэлементами. К сожалению, значительная часть ценной органики в виде стерни, соломы, ветоши, опада и т. п. просто сжигается или отправляется на мусорные свалки. Некоторые отходы пищевой промышленности, содержа-

щие ценные микроэлементы или питательные вещества, также нередко «бездарно» сливаются или сбрасываются в мусор, а могут послужить полезными добавками в кормлении животных.

Искусственно создаваемые органоминеральные смеси при соответствующем подборе компонентов могут и успешно используются в детоксикации ландшафтов, загрязнённых как нефтью и нефтепродуктами, так и более опасными поллютантами. Они могут быть использована в качестве субстрата на техногенном этапе рекультивации. Кроме того, обладая определенными химическими и физическими свойствами, способны связывать поллютанты и переводить их в инертные соединения. Важную роль играют также микробные сообщества, потребляя, трансформируя и делая безопасными многие загрязняющие вещества, особенно при использовании специальных микробиологических препаратов устойчивыми штаммами.

Поскольку расширение посевных площадей и применение различных удобрений и средств защиты растений в сельском хозяйстве будет продолжаться и пока не имеет принципиальной альтернативы в обеспечении растущего народонаселения продовольствием, очень важным является направление экологического земледелия, суть которого в приближении насколько возможно агроландшафтов по своей функциональной роли к ландшафтам естественной природы. Важным путём на этом направлении является расширенное применение лесополос и восстановление прежних, заложенных ещё в середине прошлого века. Кроме повышения продуктивности полей и других сельскохозяйственных образований, лесные полосы улучшают климат и при правильном подборе древесных и кустарниковых пород способствуют отчасти увеличению биоразнообразия, «разрывают» однообразие агроландшафтов, придавая им определённую эстетичность. Смешанные посевы кормовых трав создают аналог луговой растительности и по многим причинам более продуктивны и экономичны.

В заключение пожелаем успеха всем участникам Конференции, которые благодаря своим исследованиям разными путями и способами вносят вклад в решение чрезвычайно актуальных проблем: предотвращение накопления отходов и снижение загрязнения окружающей среды – нашей среды обитания и всего живого; повышение эффективности и экономичности производства за счёт вторичного использования отходов; детоксикация ландшафтов и рекультивация нарушенных земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 262 с.
2. Белюченко И. С. Биология развития и интродукция многолетних злаков в южных районах СНГ : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 443 с.
3. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 349 с.
4. Белюченко И. С. Экологические основы аграрных ландшафтов, их устойчивость и стратегия развития : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 404 с.
5. Белюченко И. С. Почвы агроландшафтов Кубани и перспективы их формирования : монография / И. С. Белюченко, О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 167 с.

СЕКЦИЯ 1

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И МЕТОДЫ ДЕТОКСИКАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ

УДК 631.4

ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ АГРОЛАНДШАФТОВ: МОДЕЛИ, МЕХАНИЗМЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Смагин Андрей Валентинович, профессор, доктор биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», в. н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», ФГАО ВО «Российский университет дружбы народов», Россия, г. Москва, smagin@list.ru

На теоретическом уровне рассматриваются возможные формы пространственно-временной организации системы «почва-растения» в связи с вопросами соотношения ее продуктивности и устойчивости. Игнорирование присущих этой системе сложных эндогенных форм поведения, включая самоорганизацию за пределами равновесия (колебательные режимы), множественность характерных (равновесных) состояний и скачкообразные переходы между ними, приводит при примитивном линейном подходе к управлению продуктивностью в агроландшафтах к повсеместному явлению агродеградации и потере их устойчивости. В этой связи рассмотрены некоторые модели и механизмы формирования устойчиво продуктивных агроценозов при окультуривании почв с использованием научно обоснованных технологических решений.

Ключевые слова: агроландшафты, продуктивность, устойчивость, природные механизмы, самоорганизация, компьютерное моделирование.

THE PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES: PATTERNS, MECHANISMS AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

Smagin A. V.

At the theoretical level, the possible forms of space-time organization of the system «soil-plants» are considered in connection with the relationship of its productivity and sustainability. Ignoring inherent in the complex system of endogenous behaviors, including self-organization outside of equilibrium (vibrational modes), a plurality of typical (equilibrium) states and the abrupt transitions between them results in a primitive linear approach to the management of productivity in agricultural landscapes to the widespread phenomenon of agrodegradation and loss of their stability. In this regard, some models and mechanisms for the formation of stable and productive agriculture in the cultivation of the soil with the use of science-based technological solutions are discussed.

Keywords: agrolandscapes, productivity, stability, natural mechanisms, self-organization, computer modeling.

Цель создания искусственных агроландшафтов – сельскохозяйственное производство. Все возрастающие потребности человечества, наряду с рыночными конкурентными отношениями в сфере производства, диктуют необходимость повышения продуктивности (урожайности) в агроландшафтах, на что направлены разнообразные приемы и технологии известных систем земледелия. Поскольку главным и обязательным средством производства в сельском хозяйстве является земля, и в частности, ее верхний плодородный слой, именуемый почвой, очевидно, что значительная часть подобных мероприятий направлена на улучшение плодородия почвы, дабы через него повышать урожайность возделываемых культурных растений. При этом априори предполагается некое обязательное и понятное любому агроному правило: «выше плодородие – выше урожай». Но так ли это на самом деле? Есть ли естественные ограничения степени окультуривания почвы и данному правилу, исключения из него, каков характер связи между почвой и растением, является ли система «почва-растение» линейной и, следовательно, просто управляемой извне известными нам агрономическими приемами (внесением удобрений, поливами, междоуборкой и др.)? По-

пытаемся вкратце ответить на эти, далеко не тривиальные вопросы, анализируя закономерности природной организации экосистем. Ведь именно они обеспечивают высокие показатели продуктивности и биоразнообразия естественных ландшафтов при фактически полной замкнутости (безотходности) производственного процесса, что должно быть в идеале и в антропогенных, искусственно создаваемых человеческим интеллектом агроэкосистемах.

Ответы на поставленные выше вопросы невозможны без сопоставления естественного продукционного процесса со вторым важнейшим качеством природных биокосных единств – их устойчивостью, что, к сожалению, крайне редко принимается во внимание в агрономической науке и практике. В природе всегда существует некий динамичный баланс, гармония между продуктивностью и устойчивостью экосистем, и большую роль в поддержании этого баланса играет совокупность прямых и обратных связей системы «почва-растение». Почва, в особенности ее плодородные органические и органоминеральные аккумулятивные слои, формируются благодаря средообразующей деятельности растений и связанных с ними трофическими взаимодействиями зоо- и микробоценозами. Согласно расчетам Г. Ф. Хильми [8], около половины энергии, фиксируемой автотрофным блоком в процессе фотосинтеза, расходуется на перманентное почвообразование – создание почвы и поддержание ее структурно-функциональной организации в должном состоянии, обеспечивающем текущие потребности продукционного процесса и его воспроизводства. Растения, используя обширную листовую поверхность и разветвленную корневую систему, концентрируют рассредоточенные в атмосфере и литосфере биофильные элементы, аккумулируя их в собственных структурах, а при отмирании и гумификации – в ближайшем пространстве в виде аккумулятивных почвенных горизонтов. Этот природный механизм был назван В. И. Вернадским «органогенным парагенезисом». В результате в почве сосредотачиваются необходимые для фотосинтеза и синтеза белка в продукционном процессе углерод, азот, фосфор, калий, сера и другие макро- и микроэлементы-биофилы, формируется уникальная биогенная почвенная структура, обеспечивающая водоудерживающую и поглотительную способности, водопроницаемость, аэрацию корней, оптимизацию механических, реологических, теплофизических и иных свойств, составляющих в совокупности почвенное плодородие. В свою очередь через накопленное биогенным путем плодородие реализуется обратная связь в системе «почва-растение», обеспечивающая продуктивность.

По аналогии земледельцы-хозяева стремятся поддерживать запас биофильных элементов и структурное состояние почвы, окультуривая ее и наращивая плодородный аккумулятивный слой. Однако здесь надо четко понимать естественные пределы такой аккумуляции, связанные в первую очередь с биологическим круговоротом углерода. Выделим условно две основные модели (1) и (2) – лесного и степного типов почвообразования. Они отличаются сочетанием поверхностного (наземный опад) и внутрипочвенного (корневой опад) источников органического углерода для почвы. В лесном типе преобладает поверхностный, а в степном – корневой (степь – лес «вверх ногами»):

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - kC; \quad -D \left. \frac{dC}{dz} \right|_{z=0} = L; \quad C|_{z \rightarrow \infty} = C_0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - kC + R \cdot \exp(-bz); \quad -D \left. \frac{dC}{dz} \right|_{z=0} = L; \quad C|_{z \rightarrow \infty} = C_0 \quad (2)$$

Здесь z [м], t [год] – пространственно-временные координаты, C [г/м³] – концентрация органического углерода почвы, D [м²/год] – эффективный коэффициент диффузии (дисперсии) органического углерода, k [1/год] – константа его минерализации (биодеструкции), L [кг/(м²год)] – интенсивность поступления опада на поверхности почвы, $R \exp(-bz)$ [кг/(м³год)] – интенсивность экспоненциально распределенного корневого источника, C_0 [кг/м³] – остаточное (фоновое) содержание органического углерода в материнской породе.

Для лесного типа, а это доминирующие агроландшафты Нечерноземья, «отвоеванные» у леса, оказывается бесполезным пытаться окультурить почву, создавая аккумулятивные горизонты более 20–30 см мощности. В этом убеждает неудачная практика попыток подобного рода с регулярным внесением высоких норм навоза [4], а также теоретический анализ стационарного состояния модели (1) – предельно возможного гумусового профиля (3):

$$C(z) = \frac{L}{(\sqrt{kD})} \exp\left(-\sqrt{\frac{k}{D}}z\right) + C_0 \quad (3)$$

при сопоставлении возможных в природе диапазонов параметров поступления (L), биодеструкции (k) и вертикального перемещения (D) органического углерода. Характерная мощность слоя в котором сосредотачивается 95 % биологической активности для почв с таким типом профильного распределения (3) составляет $H_{0,95} = LT_{0,95}/C_{\max}$, где $T_{0,95}$ время разложения 95 % массы органического углерода на поверхности (10–100 лет), C_{\max} – максимальное содержание углерода гумуса в верхней части окультуренной почвы (40–100 кг/м³ или 3–8 % углерода гумуса), L – максимальное поступление углерода на поверхность почвы в виде растительных остатков и органических удобрений (не более 0,1 кг/м²год), что приводит к оценке $1 \leq H_{0,95} \leq 25$ см и хорошо соотносится с известными оценками мощности органогенных и гумусово-аккумулятивных горизонтов почв лесной зоны [2]. Аналогичный результат о небольшой мощности зоны биологической активности менее 20–25 см получается при сопоставлении показателей потенциального объемного дыхания и газовых потоков на поверхности [2]. Все, что больше, будет со временем опять приходиться к этому стационарному (равновесному) диапазону, и окультуривание свыше в данных биоклиматических условиях – Сизифов труд. Оптимальное использование таких земель – чередование во времени и в пространстве сельского и лесного хозяйств, как и было заведено на Руси с испокон веков. Современный сельскохозяйственный упадок Нечерноземья с зарастанием пахоты лесом и неожиданным интродуцированным конкурентом – борщевиком Сосновского с экстраординарно высокой биопродуктивностью, как не парадоксально это звучит, – временное благо для таких ландшафтов, особенно вокруг крупных городов, типа столичного мегаполиса. Лес позволит накопить биофильные элементы в почве, влагу для рек и грунтовых вод, будет служить фильтром для атмосферного воздуха, убежищем для диких животных и источником биоразнообразия, а по прошествии 50–100 лет созревания его можно утилизировать со временным отводом земли под сельское хозяйство или искусственным возобновлением саженцами, как это делается в Финляндии, являющейся при малой площади страны крупным поставщиком качественных товаров лесной промышленности. При сельскохозяйственном земледелии на небольшой срок (5–10 лет) можно получать относительно стабильно урожаи культурных растений со стандартными севооборотами Нечерноземья, после чего опять отводить в залежь, чередуя такую систему в пространстве для сохранения убежищ и лесных коридоров обитания и миграции диких животных и поддержания лесного биоразнообразия. На техногенно (агрогенно, урбаногенно) загрязненных землях лесоразведение позволяет производить их очистку через фитоэкстракцию и депонирование поллютантов в ствольной древесине, что на порядки эффективнее травянистых культур-фитомелиорантов, исходя из простого сравнения фитомассы.

По иному обстоит дело со степным типом почвообразования и их основным для России вариантом в виде черноземных почв. Их стационарное состояние описывается биэкспоненциальным распределением (4) со значительно более глубоким проникновением органического углерода внутрь почвенной толщи до 1 м и более при существенно больших характерных временах выхода на равновесие (формирования черноземов естественным путем) порядка 2–3 тысяч лет [5, 10]. Обратный процесс агродеградации черноземов по причине антропогенного углеродного дисбаланса происходит, напротив, катастрофическими темпами – и это одно из главных экологических бедствий современной России, Украины, Казахстана, Молдавии, на территории которых сосредоточено до 60% мировых ресурсов черноземных почв. На рисунке 1 приведена компьютерная имитация данного процесса на основе простой модели вида (2) для четырех главных типов черноземов РФ, показывающая, что темпы потери гумуса

не снижаются, и со временем процесс агродеградации, затрагивая все более глубокие слои, приводит к 3–4-кратному снижению запасов органического углерода, а с ним и всего плодородия этих наиболее богатейших природных почв. Что и понятно – если в 3–4 раза падает количество поступающих в почву растительных остатков по причине отчуждения урожая и снижения биопродуктивности в ходе распашки степи, значит, в пределе в 3–4 раза упадет и запас органического вещества почв, и никакого чуда в виде «стабильного углерода» здесь не будет. С углеродом теряется агрономически-ценная агрегатная структура, водоудерживающая и поглощательная способности почв, то есть запасы удерживаемой влаги осадков и питательных элементов, что в условиях сезонного дефицита влаги и глобальных климатических изменений превращает часть Черноземья в зону рискованного земледелия.

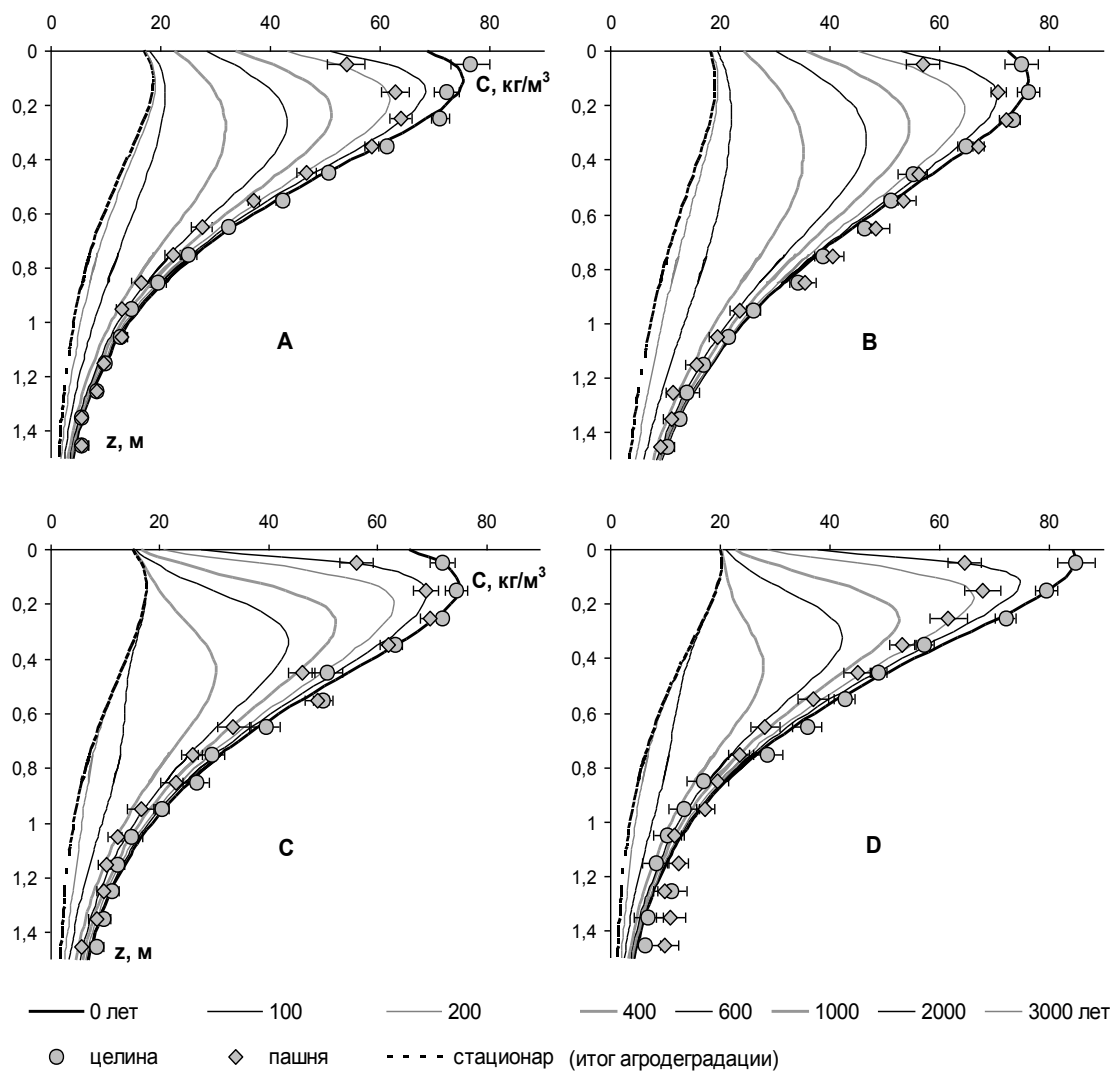


Рисунок 1 – Компьютерное моделирование агродеградации русских черноземов по [10].
 Символы – реальные среднестатистические данные, линии – модель. Подтипы черноземов:
 А – обыкновенные, В – типичные, С – выщелоченные, D – оподзоленные.

Какими технологиями можно спасти главное национальное богатство России и можно ли вообще? Расчеты по моделям растительно-наземной гипотезы черноземного процесса типа (2) показывают, что можно, но это весьма длительный процесс с учетом уже весьма сильной и повсеместной агродеградации распашанных степных земель [5, 6]. Требуется обязательное внесение углерода в наиболее деградированный поверхностный (пахотный) слой, и здесь оптимальная форма – это сложные компосты. Они должны компенсировать ежегодные минерализационные потери углерода гумуса порядка 20–25 г/(м²год) или всего 0,2 т/га,

но это должен быть концентрированный перегной, аналог гумуса, или вермикомпосты, обогащенные заодно и элементами-биофилами в составе их ППК в количествах, ежегодно выносимых с данной площади с урожаем. Государству необходимо стимулировать создание заводов–производителей сложных компостов и вермикомпостов для Черноземья, а арендаторам и собственникам земель – вменить в обязанность их использование. Очевидно, без сочетания зерноводства и животноводства с отведением части степей под пастбища, проблему производства компостов и восстановления плодородия пахотных почв не решить. Под пастбищами и залежью, а также периодически меняющейся в пространстве, но сохраняющей протяженность системой степных коридоров и лесополос часть земель будет отдыхать с самовосстановлением почвы, включая ее глубокие горизонты. Роль лесополос, пришедших сегодня в крайнюю степень упадка, особенно важна для сохранения влаги и защиты от эрозии, восстановления водных артерий малых степных рек, питающих агроландшафты. Утилизация органических отходов животноводства, сельского и городского быта, пищевой промышленности вместе с минеральными отходами ряда производств (например фосфогипс) будет способствовать очищению Черноземья на базе реальных рециклинговых технологий по принципу природных процессов, среди которых первостепенное значение имеет почвообразование.

Почва в экономике природы (а именно экономикой природы исходно задумывалась экология как фундаментальная наука) играет роль своеобразного банка, финансирующего Жизнь на планете и создаваемого коллективными вкладчиками в виде фитоценоза, зоо- и микробоценозов для поддержания Жизни и ее воспроизводства во всем разнообразии и продуктивности. Эти, казалось бы, азбучные для любого эколога качественные истины в действительности далеко не тривиальны, если переходить на количественный уровень оценки прямых и обратных связей в самоорганизуемых биокосных единствах. В результате общего анализа поведения динамической системы «почва-растение» оказывается, что она способна даже в относительно стабильных внешних условиях к сложным эндогенным режимам функционирования – колебательным регулярным и нерегулярным (хаотическим), скачкообразным (триггеры, катастрофы), а в пространстве – к формированию контрастных структур (распределений) на исходно однородных ареалах (ландшафтах) [9]. На эти сложные эндогенные закономерности пространственно-временной организации накладываются факторы внешнего воздействия, в том числе антропогенного, что в целом дает крайне сложную гамму режимов функционирования и пространственно-временных структур подобных систем, суть которых – сохранение устойчивости, часто путем самоорганизации за пределами равновесия. Незнание этих закономерностей, примитивное линейное мышление «отклик пропорционален фактору» нередко приводит к фиаско в управлении продуктивностью во времени и пространстве путем стандартных агротехнических приемов возделывания даже с учетом пространственной неоднородности эдафических факторов плодородия (адаптивно-ландшафтное, точное земледелие). И наоборот крайне малые с точки зрения линейной парадигмы «фактор-отклик» воздействия, например, распыление над полем гуматов и иных биологически активных веществ, использование электромагнитных физических полей, малых доз облучения, приводят вдруг к неожиданно высоким результатам в урожайности.

В балансе «продуктивность-устойчивость» ключевая роль принадлежит двум факторам – экстенсивному в виде количества (запаса) биогенного вещества и интенсивному в виде скорости (кинетики) его трансформации. Здесь уместно вспомнить базовую для экологии модель логистического роста (Ферхюльста-Перла), которой подчиняется как онтогенетическое развитие организмов, так и динамика сообществ [1]:

$$\frac{dB}{dt} = rB \left(1 - \frac{B}{K} \right) \quad (4)$$

где B – численность или запас биомассы на определенной площади, K – предельная численность (биомасса), определяемая потенциалом окружающей среды, или так называемая «емкость среды», r – удельная скорость роста (оборота вещества) или так называемый мальтузианский параметр роста. Согласно модели (4) возникают хорошо известные в эколо-

гии «К» и «г» стратегии выживания таких систем, связанные с упомянутыми выше факторами формирования нужного запаса биогенного вещества и кинетики его оборота.

Рассмотрим их особенности, начиная с «г»-стратегии. Нередко высокие скорости оборота компенсируют ограничения круговорота по запасам биофильных элементов. Именно поэтому в природе далеко не всегда самые высокопродуктивные развитые сообщества с максимальным биоразнообразием формируются на самых плодородных почвах. Например, экваториальные и тропические вечнозеленые леса на латеритных корках выветривания, фактически лишенных первичных минералов. Основной запас биофилов (свыше 10 т/га) в таких биомах заключен в самих растениях, причем более половины – в стволовой фитомассе, при потребностях для ежегодного прироста около 2 т/га. Для сравнения: 5–10 т/га – это запас биофилов в ППК слоя 1 м самой плодородной почвы – чернозема. Круглогодичный интенсивный круговорот, моментальная минерализация опада и перехват корнями освобожденных и поступивших в раствор элементов-биофилов с минимальными непродуктивными потерями на выщелачивание обеспечивают в таких условиях стабильно высокую продуктивность и биоразнообразие за счет быстрой кинетики роста. Искусственным аналогом такой стратегии является гидропоника и современное интенсивное поливное земледелие с растворенными в поливных водах элементами минерального питания растений, включая аквакультуру и рисовники. Подобное земледелие в условиях круглогодичного вегетационного сезона обеспечивает высокую суммарную за год урожайность культурных растений, как, например, в Саудовской Аравии, являющейся крупным экспортером зерна на мировом рынке. Вместе с тем отсутствие необходимых запасов биофилов в почве делает такие системы крайне неустойчивыми и уязвимыми по отношению к факторам угнетения или уничтожения автотрофного блока.

Другая проблема ландшафтов с интенсивным круговоротом и низким резервом биогенного вещества – эндогенное возникновение колебательных режимов по типу динамической неустойчивости в нелинейных системах с обратной связью (бифуркация Андронова–Хопфа) [9]. Здесь акселерация биологического круговорота, например, внесением удобрений, может приводить не только (и не сколько) к планируемому увеличению продуктивности, сколько к ее колебаниям («то густо, то пусто»), причем сугубо эндогенной природы. Продемонстрируем данное положение, используя разностный аналог модели (4), в котором наряду с квадратичной нелинейностью заложен эффект дискретного, а не непрерывного, как в (4), размножения (синтеза) с условным единичным периодом $\Delta t=1$. В такой модели, если показатель удельной скорости роста r превышает диапазон $0 < r < 2$, система теряет устойчивость и здесь в силу ее нелинейности возникает самоорганизация за пределами равновесия (стационарного состояния) в виде автоколебательных режимов (предельные циклы) и хаоса (рисунок 2). То есть акселерация роста вызывает то вспышки, то падения продуктивности. Сходную картину мы наблюдаем, анализируя статистические данные о варьировании урожайности сельскохозяйственных культур около среднесуточного уровня на слабоокультуренной и окультуренной почве длительного полевого опыта ТСХА [3] (рисунок 3). Во-первых, колебания здесь редко бывают синхронными или хоть как-то связанными друг с другом, а это значит, что метеоусловия, по-видимому, не напрямую определяют урожайность, а много сложнее. Ведь если год неблагоприятный (засуха, холод), значит, должна существовать общая тенденция к снижению урожайности, а если благополучный – к повышению во всех вариантах опыта, независимо от качества почвы и вида культуры. Мало того, на окультуренных участках резонно ожидать большего повышения урожайности и большей сопротивляемости неблагоприятным метеоусловиям, иначе зачем окультуривать? Факты указывают на обратное. Повышение урожайности в 3–4 раза на окультуренной почве сопровождается адекватным ростом амплитуды колебаний продуктивности около среднесуточного значения, и за всплеском урожайности закономерно следуют периоды ее спада. Можно предположить, что искусственная акселерация продуктивности растений удобрениями несколько не повышает устойчивости агроэкосистемы, а напротив, дестабилизирует

ет ее в сравнении с природными биогеоценозами, вынуждая функционировать в колебательном (хаотическом) режиме за пределами равновесия.

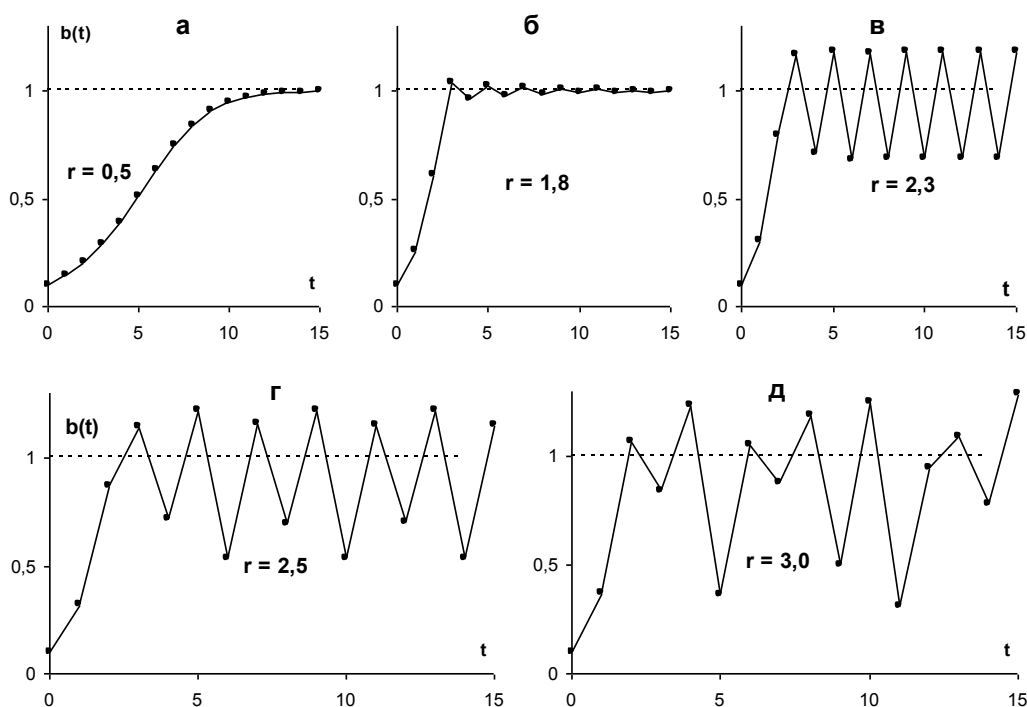


Рисунок 2 – Потенциальные динамические режимы поведения биомассы (численности) в окрестности стационарного состояния и за его пределами по дискретной модели роста (6): а – устойчивый узел (обычная кривая роста с выходом на емкость среды), б – устойчивый фокус (затухающие колебания с выходом на емкость среды), в – предельный цикл (регулярные автоколебания), г – двухточечный предельный цикл (регулярные автоколебания с чередованием амплитуд), д – странный аттрактор (хаотические колебания).

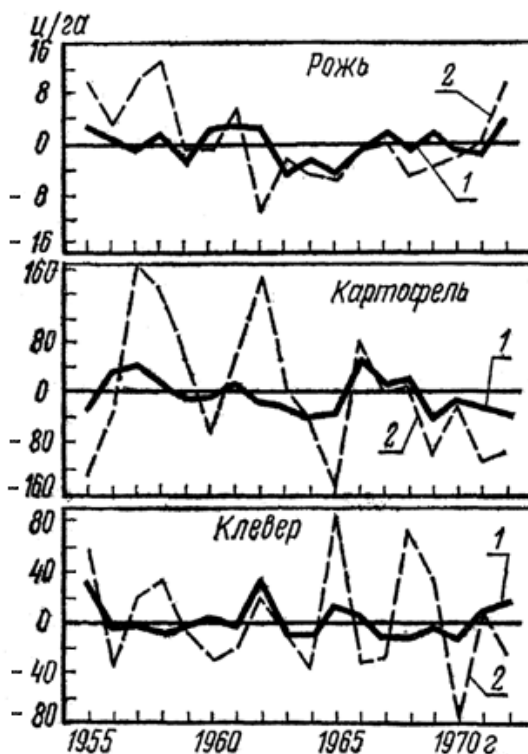


Рисунок 3 – Отклонения урожаев озимой ржи, картофеля и клевера по годам от среднего за 1955–1972 гг. на слабоокультуренной (1) и окультуренной (2) почвах длительного опыта ТСХА. Средний урожай ржи на слабоокультуренной почве 9,1 ц, на окультуренной 31,6 ц, картофеля 67 и 191 ц, сена клевера 14,2 и 77,4 ц с 1 га, соответственно (по [3]).

В завершающей части обратимся к нелинейным эффектам системы «почва-растения», связанным с факторами емкости среды («K»-стратегия). Проиллюстрируем их на основе классической модели конкуренции двух видов растений, дополненной наиболее важным для продуктивности эдафическим фактором – водным режимом, согласно нашей работе [7]:

$$\begin{aligned} \frac{db_1}{dt} &= r_1 x_1 \left(1 - b_1 - \frac{\alpha_1 b_2 K_2}{K_1 (1 + w/K_1)} \right) \\ \frac{db_2}{dt} &= r_2 x_2 \left(1 - b_2 - \frac{\alpha_2 b_1 K_1}{K_2 (1 + w/K_2)} \right), \\ \frac{dw}{dt} &= \frac{P}{Ws} - kw \end{aligned} \quad (5)$$

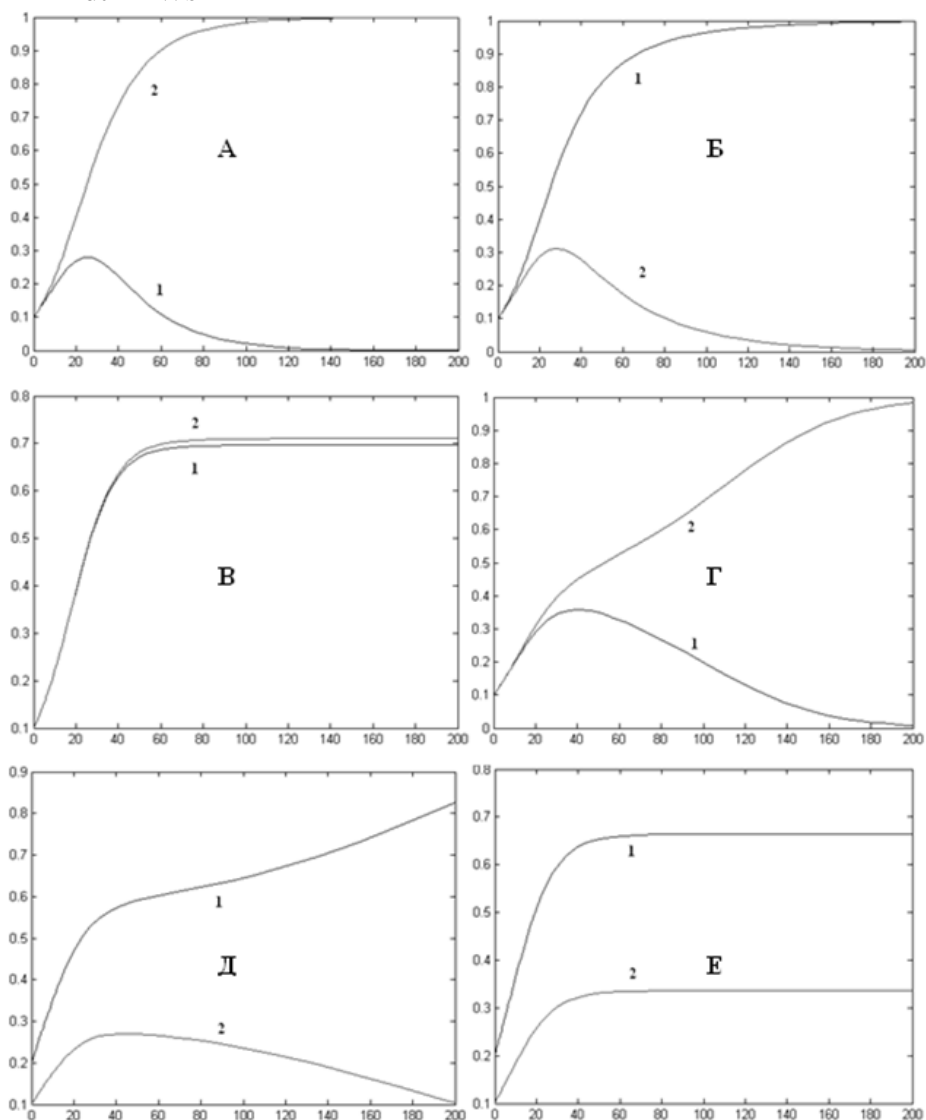


Рисунок 4 – Численное моделирование триггерных режимов конкуренции растений по [7].

По оси абсцисс – время вегетации (сут), по оси ординат – безразмерные переменные b_1 , b_2 биомассы (урожая). Варианты: А, Б – вытеснение второй культурой первой и наоборот в зависимости от показателя конкурентной мощности $\alpha_{1,2}$; В – сосуществование видов при малых значениях конкурентной мощности; Г, Д, – вытеснение одним видом другого и Е – сосуществование при больших значениях конкурентной мощности, когда все решают начальные биомассы (плотности посева).

Здесь $b_1 = B_1/K_1$, $b_2 = B_2/K_2$, $w = W/W_s$ – безразмерные переменные биомассы или численности двух конкурирующих видов сельскохозяйственных культур ($B_{1,2}$), нормированные величинами соответствующих емкостей среды ($K_{1,2}$), а также запасов продуктивной влаги в почве (W), нормированной полной влагоемкостью (W_s) или состоянием заполнения всех

почвенных пор влагой, меняющиеся в диапазоне от 0 до 1; $r_{1,2}$ – мальтузианские параметры удельных скоростей роста культур, $\alpha_{1,2}$ – безразмерные параметры конкурентной мощности, P – интенсивность поступления осадков (поливной влаги) в почву, k – константа водообмена (интенсивности внутрипочвенного оттока и физического испарения влаги). Стандартный анализ устойчивости по Ляпунову, а также численные эксперименты в компьютерной среде Matlab-7, (рисунок 4) показывают, что модель (5) сохраняет все основные триггерные режимы, присущие классической системе конкурентных отношений организмов – сосуществование или вытеснение одним видом другого в зависимости от соотношения параметров емкости среды и конкурентной мощности, а также управляющего параметра увлажнения почвы: $\alpha_2 > K_2 / \{K_1 + P / (Ws \cdot k)\}$ и $\alpha_1 > K_1 / \{K_2 + P / (Ws \cdot k)\}$ [7]. Наиболее интересным является триггерное поведение при высоких и близких для обеих культур показателях конкурентной мощности $\alpha_2 > K_2 / \{K_1 + P / (Ws \cdot k)\}$ и $\alpha_1 > K_1 / \{K_2 + P / (Ws \cdot k)\}$, когда все определяют начальные биомассы (плотность посадки) растений. Как видно, при одинаковых плотностях (вариант Г) первый вид, имеющий меньшую конкурентную мощность, гибнет (например, культура на фоне сорняка), но стоит увеличить плотность его посадки вдвое, и он вытесняет второй вид (вариант Д). Если же увеличить при этом в 2–2,5 раза осадки (полив), оба вида сосуществуют, так как выполняется классическое условие малой конкурентной мощности: $\alpha_2 < K_2 / \{K_1 + P / (Ws \cdot k)\}$ и $\alpha_1 < K_1 / \{K_2 + P / (Ws \cdot k)\}$.

В заключение еще раз повторим, что на смену традиционным линейным воззрениям на систему «почва-растение» и ее внешнее управление в агрономии должны придти новые, более тонкие подходы, учитывающие сложные эндогенные нелинейные режимы функционирования биокосных единств, их самоорганизацию за пределами равновесия и естественное стремление к сохранению своей устойчивости, а вовсе не к реализации предельно возможной продуктивности.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и РНФ (гранты № 16-16-04014, 17-77-20046).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 312 с.
2. Богатырев Л. Г. Географические аспекты функционирования лесных подстилок / Л. Г. Богатырев, А. В. Смагин, М. М. Акишина, В. Г. Витязев // Вестник Моск. ун-та. – 2013. – Серия 17. Почвоведение. – № 1. – С. 30–36.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 с.
4. Левин Ф. И. Окультуривание подзолистых почв / Ф. И. Левин. – М. : Колос, 1972. – 264 с.
5. Смагин А. В. Современные проблемы черноземной зоны и возможные пути их решения / А. В. Смагин // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 8–25.
6. Смагин А. В. Моделирование естественной динамики и агрогенной деградации черноземных почв / А. В. Смагин // Доклады по экологическому почвоведению. – 2009. – Выпуск 12. – № 2. – С. 63–93.
7. Смагин А. В. Нелинейные модели и эффекты конкуренции растений / А. В. Смагин // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2016. – Т. 12. – № 2. – С. 4–17.
8. Хильми Г. Ф. Биогенные превращения энергии и их экологическое значение / Г. Ф. Хильми // Проблемы оптимизации в экологии. – М. : Наука – 1978. – С. 159–175.
9. Smagin A.V. Functioning Regimes of Bio-Abiotic Systems / A. V. Smagin // Eurasian Soil Science. – 1999. – V. 32. – № 12. – С. 1277–1290.
10. Smagin A.V. The Problem of Agrodegradation of Russian Chernozems: Causes, Prognosis, Search for Solutions / A. V. Smagin // Chapter II/31 in «Novel Methods and Results of Landscape Research in Europe, Central Asia and Siberia (in five volumes). – P. 150–154 – М. : Publishing House FSBSI «Pryanishnikov Institute of Agrochemistry», 2018. – 456 p. – DOI 10.25680/2801.2018.72.14.128

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОСФОГИПСА НА ПРИМЕРЕ АГРОЛАНДШАФТА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Белюченко Иван Степанович, доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru*

Мельник Ольга Александровна, кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru*

В статье представлены основные проблемы использования отхода производства фосфорных удобрений (фосфогипса) в сельском хозяйстве в качестве минерального вещества, способного повысить не только продуктивность выращиваемых растений, но и улучшить ряд почвенных показателей. К таким проблемам отнесены, прежде всего, отсутствие специальной техники для его транспортировки и внесения в почву, а также недостаточная технологическая проработка сроков, способов и норм использования. Наряду с этим результаты проведенных исследований в степной зоне Краснодарского края показали положительное действие фосфогипса на агрофизические свойства почвы, повышение азотфиксирующей способности почвы и более эффективную минерализацию органического вещества, что способствовало повышению продуктивности и некоторых качественных параметров сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: агроландшафт, химический отход, фосфогипс, минеральные вещества, проблемы использования, свойства почвы, сельскохозяйственные культуры, продуктивность, качество урожая.

PROBLEMS OF THE USING OF PHOSPHOGYPSUM ON THE TERRITORY OF AGROLANDSHAFT OF KRASNODAR TERRITORY

Belyuchenko I. S., Melnik O. A.

The main problems of using waste of production of phosphate fertilizers (phosphogypsum) in agriculture as a mineral substance that can increase not only the productivity of cultivated plants, but also improve a number of soil indicators, are presented in the article. These problems include, first of all, the lack of special equipment for its transportation and incorporation into soil, as well as insufficient technological development of terms, methods and norms of use. In addition, the results of studies in the steppe zone of Krasnodar territory showed a positive effect of phosphogypsum on the agrophysical properties of soil, an increase in the nitrogen-fixing ability of soil and more effective mineralization of organic matter. As a result, this contributed to an increase in productivity and some qualitative parameters of agricultural crops.

Keywords: agrolandscape, chemical wastes, phosphogypsum, mineral substances, problems of use, soil properties, crops, productivity, crop quality.

Фосфогипс – отход производства фосфорных удобрений, который получается после экстракции фосфорной кислоты из апатита. В нем содержатся в сравнительно небольших количествах практически все элементы таблицы Менделеева. Исключение составляют кальций и сера, которые преобладают в составе фосфогипса.

В свою очередь, для чернозема обыкновенного в северной зоне Краснодарского края кальций не является лимитирующим фактором, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах. Сера относится к мезоэлементам и также не является определяющим продуктивностью элементом, так как ее небольшие количества попадают в почву с фосфорными удобрениями практически ежегодно под все сельскохозяйственные культуры. Фосфор в данном химическом отходе содержится в виде труднорастворимых солей в малых количествах (от 2 до 4 %), поэтому особого влияния на продуктивность растений в год внесения фосфогипса оказывать не может. Что касается остальных элементов фосфогипса, то они находятся в небольших количествах, а многие из них даже в очень низких, практически в следовых концентрациях. Следовательно, оценить их непосредственное влияние на продуктивность растений невозможно, однако их комплексное

совмещение в составе отхода оказывает положительное воздействие на качество продукции [2, 10, 12–14].

Минеральные вещества, используемые в сельском хозяйстве, оцениваются, прежде всего, по отдаче в виде урожая в первый год их внесения. Но этот метод оценки со стороны экологии не может быть ни объективным, ни исчерпывающим, и при таком подходе фосфогипс, который тоже относится к минеральным веществам, не может представлять интереса для современных производителей сельхозпродукции, нередко мало разбирающихся в агрономии и игнорирующих альтернативные системы земледелия.

Существует и другая проблема, которая отпугивает некоторых специалистов, – это наличие в отходе производства фосфорных удобрений в относительно высоких концентрациях некоторых загрязнителей – прежде всего фтора и стронция и отдельных тяжелых металлов (Cd, Pb и некоторые другие). Определяя их физическую величину, мы упрощенно подходим к этому вопросу, и по результатам ошибочно делаем заключение. Так результаты прямого анализа не всегда являются объективными, так как в растворимом состоянии находятся не все соединения. При внесении фосфогипса в почву значительная часть химических элементов вступает в реакции с органическими и минеральными веществами и переходит в малорастворимое для растений состояние. Например, часть фтора переводится во фториды металлов, которые находятся в таком малодоступном для растений состоянии в течение многих лет, и только третья часть поступает в почвенно-поглощающий комплекс (ППК) и повышает в нем содержание доступного для растений элемента. Следует отметить также, что фтор присутствует во всех почвах и увеличение доступной его части на 0,3 % заметно не влияет на характер развития растений и накопление его в потребляемой человеком продукции (зерно, корнеплоды и т. д.).

Так, содержание фтора в проводимых нами опытах за 3 года исследований не превышало 2/3 ПДК. Исследования показали, что примерно 2/3 фтора, потребляемого растениями, остается в их корнях и надземных вегетативных частях, и только около 30 % накапливается в зерне. Кроме того, если учесть, что содержание фторидов в Ковдорских апатитах сравнительно невысокое (0,2 %), то при внесении 4–6 т фосфогипса на 1 га сельскохозяйственных земель увеличение его содержания в черноземах сохраняется на уровне допустимых пределов ПДК по этому элементу. Также результаты исследований в производственных условиях подтвердили, что внесение фосфогипса в почву один раз за 5 лет не будет способствовать его накоплению в почвах агроландшафтов.

Стронций – второй важный загрязнитель, содержание которого в фосфогипсе достаточно высоко. Но вместе с этим в фосфогипсе отмечено и весьма высоко содержание кальция – антагониста стронция. При внесении в почву исследуемого химического отхода содержание кальция превышает в ней примерно в 50–70 раз содержание стронция, что является следствием блокирования активности последнего и препятствует поступлению загрязнителя в растения. Кроме того, часть стронция переводится в малодоступное состояние в ППК, поскольку с органическими соединениями образует весьма устойчивые формы.

Что касается содержания тяжелых металлов, в фосфогипсе оно сравнительно невысокое, часто даже ниже, чем в фосфорных и калийных удобрениях. В связи с этим ожидать большой опасности от их накопления в почве при внесении фосфогипса нет оснований.

Существует еще одна большая проблема в использовании фосфогипса – необходимость внесения этого отхода в почву в весьма высоких дозах. На черноземе обыкновенном, преобладающем в северной зоне Краснодарского края, по нашим данным, для заметного изменения физических свойств почвы необходимо вносить 4–6, а при расщелачивании почвы – увеличить до 10–12 т/га.

Много вопросов также возникает при непосредственной перевозке фосфогипса, его транспортировке от производителя до пользователя. Данный вопрос решается, исходя из собственных возможностей производителя и потребителя. Изначально возникла идея фосфогипс гранулировать с определенными добавками, а затем уже в таре перевозить его, и где возможно, железнодорожным транспортом. Но физико-химические особенности при сов-

мещении фосфогипса и почвы в проведенных нами опытах показали, что гранулирование резко снижает и до того невысокую растворимость фосфогипса, его химическую активность. Следовательно, это снижает влияние и на физические и химические свойства почвы, прежде всего на процессы ее агрегирования, водно-физические свойства, валовый состав верхнего слоя и т. д. Поэтому максимальной выгоды от химического отхода следует ожидать при его внесении в почву в распыленном виде [1, 3, 4, 16–18].

Кроме того, для некоторых пользователей нелегким вопросом является трудность и дороговизна транспортировки фосфогипса от производителя Белореченского химзавода. На примере хозяйства ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края, где проводились исследования, мы пришли к выводу, что в нынешних условиях фосфогипс можно транспортировать КАМАЗами с прицепами. Одна машина с прицепом перевозит до 30 т фосфогипса за одну поездку. Стоимость перевозки фосфогипса на расстояние до 200 км равна примерно 300 руб. за 1 т.

Возникает другая проблема – отсутствие техники для внесения в почву фосфогипса. Все современные разбрасыватели удобрений рассчитаны на небольшие нормы (максимум на 100–150 кг/га), а для внесения 4–5 т/га объективно техники нет. Поэтому в проводимых опытах мы использовали навозоразбрасыватели советского производства, разрегулированные и плохо работающие. Использование старых навозоразбрасывателей, которые уже значительной утратили функции разбрасывания, приводит к неравномерности рассеивания фосфогипса по площади и невозможности контролировать определенную норму его внесения.

Другой вопрос, который всегда возникает при внедрении любого продукта или технологии, – это экономическая эффективность (выгодность или невыгодность) его использования, где обычно оценка проводится по урожайности за первый год. Дороговизна подвоза фосфогипса, его внесения и сравнительно невысокая отдача в виде урожая, на первый взгляд, говорят об экономической невыгодности использования отхода. Длительных исследований с его использованием в Краснодарском крае не проводилось. Однако хозяйство, в котором мы работаем, экспериментирует с фосфогипсом с 2008 г., и за этот период отмечено положительное влияние исследуемого химического вещества, что отразилось в улучшении ряда агрофизических свойств почвы и на продуктивности растений. Отсюда следует, что экономическую выгодность или невыгодность следует оценивать не по одному году, а по многолетнему результату влияния фосфогипса на почвенные показатели и урожайность растений. Также нельзя оценивать фосфогипс как минеральное удобрение по его влиянию только на урожай. Сегодня качество урожая никому не нужно, а завтра оно выйдет на первый план, и потому необходимо оценивать значение фосфогипса по комплексу его влияния и на почву, и на урожай, и на качество продукции [6, 12–15].

Результаты наших исследований показали, что внесение фосфогипса способствует улучшению валового состава почвы, ее агрегированию, аэрации, лучшей порозности, сохранению в почве влаги, а также повышению азотфиксирующей способности почвы и более эффективной минерализации органического вещества, что повышает в связи с этим продуктивность, особенно злаковых культур (озимой пшеницы), качество продукции (сахаристость в корнеплодах сахарной свеклы, содержание белка и аминокислоты в зерне пшеницы, кукурузы, снижение в них содержания нитратов и т. д.). Эти данные опубликованы в научных работах сотрудников кафедры общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета по результатам полевых производственных исследований. В полевых условиях было также отмечено, что внесение в почву фосфогипса существенно снизило популяции мышевидных грызунов. Это, в свою очередь, может существенно сократить реальные затраты на борьбу с ними и благоприятно скажется на здоровье рабочих при снижении использования химических средств защиты растений от вредителей. Такие наблюдения имеют большое значение, и исследования в этом направлении необходимо продолжать, углубляя и расширяя их в научном плане, переходя на альтернативную систему земледелия [5–18].

Исходя из всего сказанного можно утверждать, что исследование фосфогипса в производственных масштабах для улучшения чернозема обыкновенного следует расширить и объективно оценить и экологическую, и экономическую целесообразность использования этого отхода в сельскохозяйственном производстве для улучшения, с одной стороны, свойств почвы, с другой – для повышения качества урожая сельскохозяйственных культур и, наконец, с третьей, – для улучшения экологического состояния почв, водоемов, растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв / И. С. Белюченко, Е. И. Муравьев // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 1. – С.84–86.
2. Белюченко И. С. Влияние фосфогипса на развитие и урожайность посевов озимой пшеницы / И. С. Белюченко, В. В. Гукалов, О. А. Мельник и др. // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – Краснодар, – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 21–26.
3. Белюченко И. С. Влияние фосфогипса на физические характеристики чернозема обыкновенного (на примере ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края) / И. С. Белюченко, О. А. Мельник, Д. А. Славгородская // Инновации в теории и практике обращения с отходами : Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Пермь : ПГТУ, 2009. – С. 32–37.
4. Белюченко И. С. Дисперсность отходов и их свойства / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 92. – С. 221–230.
5. Белюченко И. С. Использование фосфогипса для рекультивации чернозема обыкновенно в степной зоне Кубани / И. С. Белюченко // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : В сб. I Всерос. науч. конф. – Краснодар, 2009. – С. 54–59.
6. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ. – 2015. – 419 с.
7. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Труды КубГАУ, – 2011. – № 31. – С. 152–153.
8. Белюченко И. С. Роль регионального мониторинга в управлении природно-хозяйственными системами края / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 3–16.
9. Белюченко И. С. Сохранение плодородия чернозема обыкновенного при использовании сложного компоста / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко, О. А. Мельник // Роль почв в биосфере и жизни человека : Междунар. науч. конф. : К 100-летию со дня рождения академика Г. В. Добровольского, к Международному году почв. – 2015. – С. 15–17.
10. Белюченко И. С. Экологические особенности фосфогипса и целесообразность его использования в сельском хозяйстве / И. С. Белюченко, Е. П. Добрыдnev, Е. И. Муравьев // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : II Всерос. науч. конф. 18–19 марта 2010 г. – Краснодар, 2010. – С. 13–22.
11. Мельник О. А. Влияние отходов сельскохозяйственного и промышленного производства на содержание в почве органического вещества / О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 1. – С. 40–44.
12. Мельник О. А. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве комплексных мелиорантов чернозема обыкновенного / О. А. Мельник, Ю. Ю. Петух, Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 3. – С. 41–46.
13. Муравьев Е. И. Влияние фосфогипса на развитие и продуктивность растений кукурузы в севообороте / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко, В. В. Гукалов, В. Н. Гукалов, О. А. Мельник, Ю. Ю. Петух, Славгородская Д. А. // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – Краснодар, 2008. – Т. 4. – № 4. – С. 108–111.

14. Муравьев Е. И. Влияние фосфогипса на развитие растений сахарной свеклы в степной зоне Краснодарского края / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко, В. В. Гукалов, О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – Краснодар, 2008. – Т.4. – № 4. – С. 112–114.

15. Муравьев Е. И. Свойства фосфогипса и возможность его использования в сельском хозяйстве / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – Краснодар, 2008. – Т. 4. – № 2. – С. 5–17.

16. Петух Ю. Ю. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в зерновом севообороте / Ю. Ю. Петух // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар, 2009. – С. 194–198.

17. Славгородская Д. А. Влияние фосфогипса на агрофизические свойства почвы / Д. А. Славгородская // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленности и сельскохозяйственного производства : II Всерос. науч. конф. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2010. – С. 168–171.

18. Славгородская Д. А. Влияние фосфогипса на водно-физические свойства чернозема / Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 1. – С. 83–85.

УДК 631.412

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДРОДИЯ И УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР ХЛОПКОВОГО СЕВООБОРОТА НА ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ ПРИАРАЛЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ташкузиев Маъруф Мансурович, доктор биологических наук, профессор, Научно исследовательский институт почвоведения и агрохимии, **Узбекистан, Ташкент**, *maruf41@rambler.ru*

Каримбердиева Амина Азимовна, кандидат сельскохозяйственных наук, Научно исследовательский институт почвоведения и агрохимии, **Узбекистан, Ташкент**, *maruf41@rambler.ru*

Бердиев Толиб Турсиниязович, PhD биологических наук, научный сотрудник, Научно исследовательский институт почвоведения и агрохимии, **Узбекистан, Ташкент**, *maruf41@rambler.ru*

Очилов Салохиддин Кулмуратович, научный сотрудник, Научно исследовательский институт почвоведения и агрохимии, **Узбекистан, Ташкент**, *maruf41@rambler.ru*

Установлено положительное влияние местного минерального сырья – бентонита, глауконита и навоза на питательный режим орошаемых луговых почв Приаралья и урожайность хлопчатника, озимой пшеницы, повторной культуры – маша. Предложенная агротехнология повышения плодородия почв, урожайности возделываемых культур даёт возможность рационально использовать минеральные удобрения при снижении их норм в 1,3 раза за счет внесения органических, органоминеральных удобрений.

Ключевые слова: луговые аллювиальные почвы, деградация, засоление, питательные элементы, гумус, хлопчатник, озимая пшеница, повторная культура, урожайность

IMPROVING FERTILITY AND PRODUCTIVITY OF COTTON ROTATION CROPS ON DEGRADED SOILS OF THE ARAL SEA REGION WITH APPLYING RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES

Tashkuziev M. M., Karimberdieva A. A., Berdiev T. T., Ochilov S. K.

The positive influence of local mineral raw materials – bentonite, glauconite and manure on the nutrient regime of irrigated meadow soils of the Aral Sea region and the yield of cotton, winter wheat and repeated crop – mung have been established. The proposed agrotechnology for increasing the fertility of the studied soils, yield of cultivated crops makes it possible to rationally use mineral fertilizers by reducing their norms by 1.3 times due to the introduction of organic, organic-mineral fertilizers.

Keywords: meadow-alluvial soils, degradation, salinization, nutrient elements, humus, cotton, winter wheat, repeated culture, yield.

Введение. В настоящее время более 23 % земель мира, пригодных для использования в сельском хозяйстве, подвержены процессам опустынивания и деградации. В условиях Приаралья к этим негативным явлениям следует отнести засоление, осолонцевание, заболачивание, эрозию, дегумификацию и др., которые произошли в результате длительного использования земель без учета правильного размещения культур в севообороте с посевами основных, повторных культур и промежуточных совмещенных. Для предупреждения и устранения этих отрицательных явлений важно изучить изменения свойств и особенностей почв, подверженных интенсивному опустыниванию, изыскать причины снижения плодородия и найти научно-практические решения устранения этих проблем.

По сравнению с орошаемыми почвами средней и южной частей Республики Узбекистан почвенной покров территории Приаралья сильнее подвержен опустыниванию, и наши исследования направлены на изучение состояния почв данного региона, подверженных таким отрицательным явлениям, как деградация, дегумификация, снижение содержания питательных веществ, процессы вторичного засоления и т. д.

Исследования, проведенные в последние годы, показали, что в настоящее время усилилось засоление почв, осолонцевание и значительно снизилось содержание гумуса и элементов питания.

Осолонцевание почв происходит за счет снижения доли кальция в почвенно-поглощающем комплексе, увеличения содержания катионов натрия от 5–10 до 10–20 % и, особенно, повышения в почвенно-поглощающем комплексе доли магния до 35–50 %. Содержание гумуса в почвах при гидроморфном режиме составляло 2–3 %, при переходе почв в полугидроморфный режим и неправильном ведении земледелия оно снизилось до 1 % и меньше. Все это приводит к ухудшению основных свойств почв и снижению их плодородия.

В Узбекистане площадь земель, подверженных деградации, составляет 70 %, среди орошаемых почв 9,6 % имеют очень плохое состояние. В Республике Каракалпакстан, где проводились исследования, такие земли составляют около 21 %, а в Приаралье эти показатели значительно выше – 30–40 % и более.

Результаты исследований. Нами изучены химические, физико-химические свойства почв Приаралья, связанные с процессами деградации, опустынивания, высыханием Аральского моря, и разработаны агротехнологии по сохранению и повышению плодородия этих почв.

Исследования проведены в условиях полевых опытов на орошаемых лугово-аллювиальных почвах, широко распространенных в Ходжейлийском районе республики Каракалпакстан, с применением местных сырьевых ресурсов – бентонита, глауконита, на фоне сниженной в 1,3 раза нормы минеральных удобрений.

В первый и третий годы исследований высевался хлопчатник, на второй год – озимая пшеница, после нее повторная культура – маш. Опыт проведен по следующей схеме:

- 1) $N_{150}P_{105}K_{75}$ – контроль, согласно рекомендации;
- 2) $N_{120}P_{85}K_{55}$ – контроль, служит фоном;
- 3) ФОН + 1,5 т/га бентонит;
- 4) ФОН + 3,0 т/га бентонит;
- 5) ФОН + 800 кг/га глауконит;
- 6) $N_{115}P_{80}K_{50}$ + 20 т/га навоз.

Опыт проведен в 3-кратной повторности, почвы луговые, средnezасоленные, мало плодородные. Для возделывания хлопчатника проведена промывка почвы от солей, подготовка полей к посеву и другие агротехнические мероприятия, принятые в фермерском хозяйстве.

Исследованиями установлено, что при сравнении данных, полученных в начале и конце вегетации хлопчатника, в 3-й год постановки опыта содержание гумуса в 0–50 см горизонте почв 6-го варианта с навозом было на 5,08 т/га больше по сравнению с контрольным вариантом, а на варианте с бентонитом на 5,32–5,80 т/га, на варианте с глауконитом гумуса стало меньше на 2,08 т/га. Содержание валового азота на навозном варианте по сравнению с контролем увеличилось на 0,96 т/га, а на остальных было меньше на 0,90–4,92 т/га. Содер-

жание валового калия на варианте с навозом было на 0,4 т/га выше, при вынесении глауконита – на 1,8 т/га, а на варианте с бентонитом уменьшилось на 1,8–5,08 т/га.

В период кушения озимой пшеницы (2-й год опыта) содержание гумуса в горизонтах 0–30 см и 30–50 см на варианте с внесением полной нормы удобрений (В-1) и на варианте с уменьшенной в 1,3 раза нормы удобрений количество гумуса составило, соответственно, 1,105 и 0,820 %; 0,950–0,764 %.

Эти показатели свидетельствуют о том, что по сравнению с контролем (В-1) количество гумуса увеличилось в 0–30 и 30–50 см слоях почвы на 3,36 и на 1,17 т/га, а в слое 0–50 см стало больше на 4,53 т/га.

Относительно 2-го варианта, по горизонтам 0–30 и 30–50 см количество гумуса снизилось, соответственно, на 0,071 %, или на 2,84 т/га; 0,0125, или 0,32 т/га; в общем в горизонте 0–50 см эти показатели составили 3,16 т/га.

При внесении сниженной в 1,3 раза нормы минеральных удобрений на варианте 3, при внесении 3 т/га бентонита в горизонте почвы 0–50 см количество гумуса увеличилось на 12,44 т/га, где внесен глауконит (В-5) – на 8,34 т/га, а на варианте с навозом (В-6) – накоплено 10,39 т/га органического вещества.

Почвы пахотного горизонта опыта среднеобсечены гумусом и азотом, в нижних горизонтах отмечается уменьшение их содержания. Валовые количества фосфора и калия почвы можно имеют достаточный уровень этих элементов. Содержание минерального азота достаточное, но количество подвижного фосфора и калия среднее.

Применение предложенной агротехнологии по применению различных видов минерального сырья и органики на фоне сниженной нормы минеральных удобрений увеличило содержание минерального азота до 54,9 мг/кг, при внесении бентонита составило 46,0 мг/кг, а органических удобрений – 47,9 мг/кг. В почвах остальных вариантов содержание минерального азота было в пределах 31–45 мг/кг, и их можно отнести к достаточно обеспеченным этой формой азота. Такая же закономерность отмечена по обеспеченности почв подвижными формами фосфора и калия.

Урожай озимой пшеницы на контроле 1 составил 35,6 ц/га. На варианте с глауконитом по сравнению с контролем 1 урожай был на 2,5 ц/га больше, при внесении бентонита – на 6,0 ц/га, а навоза – на 12,3 ц/га.

Урожайность маша на контрольном варианте 1 составил 15,6–16,9 ц/га, на контроле 2 – 13,6–14,5 ц/га, применение глауконита позволило получить 16,4–17,0 ц/га. Самый высокий урожай маша получен на вариантах 3; 4 и 5, где он составил соответственно 17,8–18,6; 18,4–19,6 ц/га, а средняя урожайность составила 18,2 и 19,0 ц/га.

Согласно полученным данным, по сравнению с контрольным вариантам 1 на варианте 2 с сокращенной нормой минеральных удобрений урожайность маша была на 2,1 ц/га меньше. При применении глауконита, бентонита и навоза получен дополнительный урожай зерна маша, который составил соответственно 0,6; 2,0 и 2,9 ц/га.

Таким образом, можно заключить, что внесение органических и органоминеральных удобрений положительно влияет не только на свойства почвы, но и способствует получению высоких урожаев возделываемых культур.

Результаты исследований показывают, что применение минерального сырья – бентонита, глауконита и органических удобрений под хлопчатник повышает содержание в почве (0–50 см) подвижных форм азота, фосфора, калия в течение вегетации, что позволяет уменьшить нормы внесения минеральных удобрений в среднем на 25 %, или в 1,3 раза.

Следовательно, для улучшения агрохимических и химических свойств орошаемых луговых аллювиальных почв изученной территории, сохранения и повышения их плодородия, увеличения урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур рекомендуется использовать навоз и местное минеральное сырье – бентониты, глаукониты с учетом обеспеченности почв элементами питания, что способствует рациональному применению органических и минеральных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова Е. Н. Поливные почвы низовьев Амударьи / Е. Н. Иванова // Труд СОПС АН СССР, сер. Каракалпакское А ССР. – Вып. 2. – Л., 1933
2. Методика полевых опытов с хлопчатником в орошаемых условиях // Союз НИХИ, 1978.
3. Ташкузиев М. М. Агротехнология повышения плодородия подверженных засолению почв в условиях опустынивания и урожайности возделываемых культур / М. М. Ташкузиев, Т. Т. Бердиев, С. К. Очиллов : материалы XII междунар. науч.-практ. конф. // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Кн. 2. – Барнаул, 2017. – С. 294–296.
4. Турсунов Л. С. Почвенно-физическая характеристика низовьев Амударьи / Турсунов, Л. С. Абдуллаев, «Фан», 1987.

УДК 631.42

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ ДОНБАССА

Зубов Алексей Рэмович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, *Украина, г. Луганск, zubov-home@mail.ru.*

Зубова Лилия Григорьевна, доктор технических наук, профессор, *Украина, г. Луганск;*

Зубов Антон Алексеевич, кандидат технических наук, *Институт агроэкологии и природопользования НААН, Украина, г. Киев*

На примере Луганской области Украины приведены результаты анализа факторов, влияющих на степень эродированности пахотных земель. Установлено, что более 50 % этого влияния оказывают пашни, расположенные на склоновых землях крутизной выше 1°.

Ключевые слова: агроландшафт, склоновые земли, пахотные земли, крутизна склона, водная эрозия, эродированные земли.

TO THE PROBLEM OF ECOLOGICAL STABILITY OF AGRARIAN LANDSCAPES OF DONBASS

Zubov A. A., Zubova L. G., Zubov A. R.

On the example of the Lugansk area, the results of analysis of factors, which influence on the degree of eroded arable lands are showed. It is determined, more than 50% of this influence is rendered by the stake of plough-land, located on slope earths a steepness higher than 1°.

Keywords: agrarian landscape, slope earths, arable lands, steepness of slopes, water erosion, eroded lands.

Одними из главных причин нарушения экологической устойчивости аграрных ландшафтов являются эрозия и загрязнение почвенного покрова [1, 5, 10]. Следствием эрозии является неуклонный рост площади эродированных почв, характеризующихся снижением урожайности выращиваемых на них с.-х. культур от 10 до 60 % [10]. Наибольшей эродированностью в Украине характеризуется Донбасс. Так, в Луганской области доля эродированных сельхозугодий и пахотных земель достигает соответственно 66,1 и 66,5 % [2]. Для региона характерно и катастрофическое загрязнение почв вследствие процессов водной и ветровой эрозии, происходящих на породных отвалах угледобывающей промышленности, которых здесь более 1200 [3, 7, 8].

Различные аспекты эрозии и эродированности почв рассматривались в ряде работ ученых Украины и России [2, 9–12]. Биопродуктивности ландшафтов и ее повышению с помощью лесной мелиорации посвящены работы [1, 4]. Эродированность угодий часто связывают с их чрезмерной распаханностью, поэтому многие исследования посвящены поиску такого их соотношения, при котором достигается наибольшая устойчивость ландшафта.

Цель работы – проанализировать влияние распаханности сельскохозяйственных угодий Украины и других факторов на их эродированность.

Материалы и методы. В работе использованы данные Луганского областного управления земельных ресурсов. Основным методом исследований был математико-статистический и корреляционно-регрессионный анализ [6].

Результаты исследований. Для достижения поставленной цели разработаны математические модели эродированности пахотных земель Луганской области. Исходные данные анализа представлены в таблице 1.

Первоначально была выполнена стандартная статистическая обработка данных по методике, изложенной в пособии [6]. Произведен расчет простых статистических показателей: средней арифметической $X_{cp} = \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$, дисперсии S^2 , стандартного (среднего квадратического) отклонения S , коэффициента вариации $V (C_v)$, абсолютной ошибки средней арифметической.

Таблица 1 – Эродированность пахотных земель в районах Луганской области и некоторые факторы, обуславливающие ее (на 2001 г.)

№	Район	Эродированность пашни (У), %	Распаханность с.-х. угодий (X ₁), %	Пашня на склонах >1° (X ₂), %
1	Лутугинский	83,8	69,7	84,6
2	Беловодский	79,5	71,5	81,7
3	Меловской	77,0	74,3	78,4
4	Попаснянский	76,8	64,7	76,8
5	Марковский	76,7	69,2	80
6	Краснодонский	76,6	70,7	77,8
7	Белокуракинський	72,3	68,5	79,7
8	Славяносербский	68,2	76,7	72,5
9	Троицкий	67,2	72,7	72,8
10	Новоайдарский	66,4	71,6	64,1
11	Новопсковский	66,2	74,7	70,6
12	Ст.-Луганский	65,3	73,1	66,1
13	Перевальский	63,5	67,0	84,9
14	Старобельский	62,7	78,8	66,8
15	Антрацитовский	60,3	65,1	73,9
16	Сватовский	59,6	75,0	74,3
17	Свердловский	53,7	76,4	59,9
18	Кременской	52,9	76,6	65,7

Проверка данных на однородность, выполненная с помощью *t*-критерия Стьюдента по стандартной методике [6], подтвердила справедливость нулевой гипотезы (H₀), т. е. однородность рядов данных У, X₁ и X₂. Данные проверены на достоверность (их соответствие нормальному закону распределения Гаусса).

Выявление зависимости эродированности от изучаемых факторов выполнено путем корреляционно-регрессионного анализа.

Вначале определили коэффициент корреляции *r* рядов данных У и X₁:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \cdot S_x \cdot S_y} = -0,40$$
, где *n* – количество парных значений; S_y, S_x – стандартное (среднее квадратическое) отклонение по выборкам У, X.

Поскольку найденное значение *r* по модулю больше 0,3, но меньше 0,7, теснота связи эродированности с распаханностью, согласно [6], оценивается как средняя. Квадрат *r*, называемый коэффициентом детерминации R², равен 0,16, и это означает, что доля влияния фактора распаханности угодий X₁ составляет только 16 % от суммарного влияния всех факторов, определяющих эродированность пашни. Знак минус при *r* свидетельствует, что связь ее эродированности с распаханностью угодий имеет обратный характер.

Статистическая значимость коэффициента корреляции проверена с помощью t -критерия Стьюдента – сравнением его фактического и табличного значений. Поскольку первое ($t_{\phi} = 1,64$) меньше, чем второе ($t_{\tau} = 2,11$), найденное по таблице, коэффициент r не является статистически значимым. Это означает, что связь между выборками X_1 и Y нельзя охарактеризовать регрессионным уравнением линейного вида. Для поиска уравнения регрессии нелинейного вида используем программу Excel (рисунок).

При выборе биномиальных уравнений второй и третьей степени связь эродированности пашни Y с распаханностью X_1 соответственно имеет вид:

$$Y = -0,2053X_1^2 + 28,45X_1 - 913 \text{ и } Y = 0,0303X_1^3 - 6,716X_1^2 + 493,4X_1 - 11958.$$

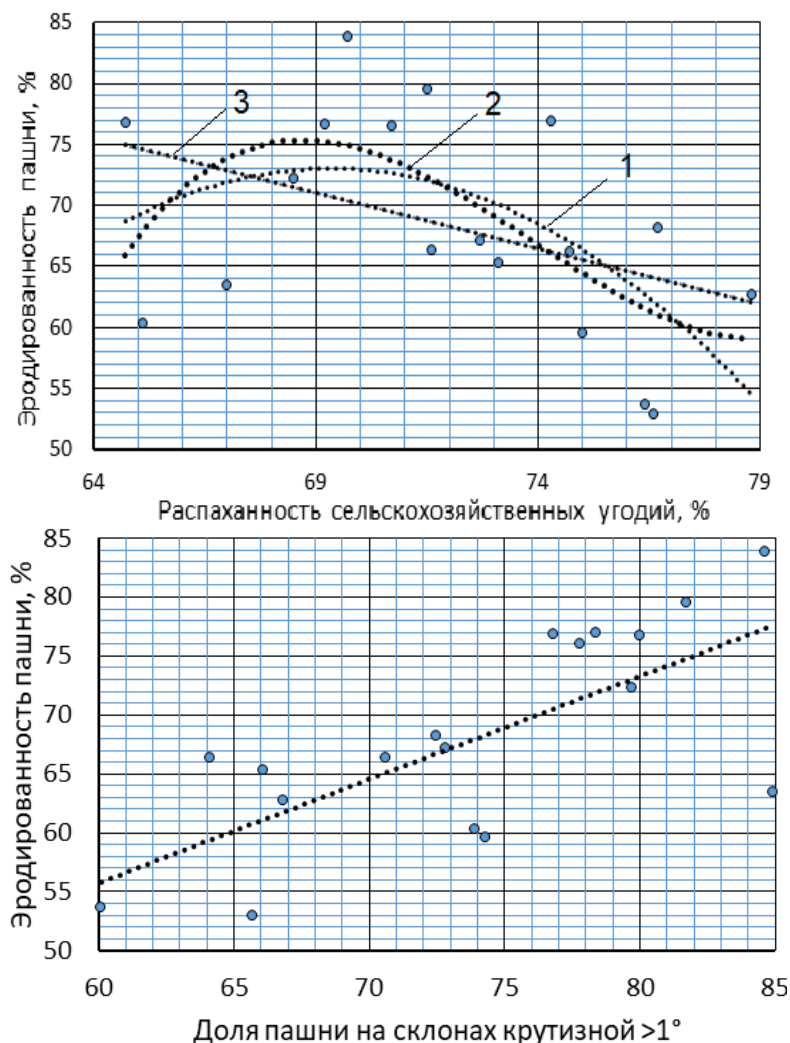


Рисунок – Взаимная связь эродированности (Y) с распаханностью с.-х. угодий (X_1), долей пашни на склонах крутизной $>1^\circ$ (X_2): 1, 2 – графики биномиальных уравнений 2-й и 3-й степени; 3 – график линейного уравнения

Коэффициенты R^2 уравнений соответственно равны 0,332 и 0,381.

При выборе линейного уравнения связь факторов получает более простой вид: $Y = -0,915X_1 + 134,1$. Но R^2 при этом снижается до 0,179 ($r = 0,42$).

Аналогичные расчеты были выполнены для определения зависимости эродированности пашни Y от X_2 – доли пахотных земель на склонах $> 1^\circ$.

Найденный коэффициент корреляции $r = 0,68$ ниже 0,7. Это означает, что теснота связи средняя. Однако фактическое значение критерия Стьюдента ($t_{\phi} = 3,23$) выше табличного ($t_{\tau} = 2,11$). Исходя из этого принимается альтернативная гипотеза (H_1): коэффициент корреляции статистически значим, а уравнение регрессии имеет линейный вид: $y(x) = ax + b$, где a , b – параметры уравнения, определяемые по следующим формулам: $a =$

$r_{xy}(S_y/S_x)$, $b = \bar{y} - a\bar{x}$, где S_y , S_x - стандартные отклонения (таблица 3); r_{xy} – коэффициент корреляции.

По расчету $a = 0,68 \cdot (8,85/7,26) = 0,829$; $b = 68,26 - 0,829 \cdot 73,92 = 6,98$.

Таким образом, уравнение имеет вид: $Y = 0,83X_2 + 7$.

После расчета коэффициентов a и b линейного уравнения проверили их статистическую значимость с помощью критерия Стьюдента.

По полученным результатам определили, что $t_{\phi}(r_{xy}) = 3,23 > t_{\tau} = 2,11$ (гипотеза H_1); $t_{\phi}(a) = 2,88 > t_{\tau} = 2,11$ (H_1); $t_{\phi}(b) = 0,327 < t_{\tau} = 2,11$ (гипотеза H_0).

Поскольку одно из условий не выдерживается, связь между выборками X и Y имеет нелинейный вид. Для определения уравнения связи используем программу Excel. Оно имеет вид: $Y = 1,13X_2^{0,952}$; $R^2 = 0,522$, а корреляционное отношение (аналог коэффициента r) $\eta = 0,72$ (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты расчета моделей

Независимые переменные	Коэффициент детерминации	Корреляционное отношение	Теснота связи	Уравнение регрессии
X_1	$R^2 = 0,332$	$\eta = 0,58$	средняя	$Y = -0,2053X_1^2 + 28,45X_1$
X_2	$R^2 = 0,522$	$\eta = 0,72$	сильная	$Y = 1,13X_2^{0,952}$

Чтобы объяснить обратный характер связи эродированности пашни с распаханностью с.-х. угодий, проверили связь доли пашни крутизной выше 1° с распаханностью. Как выяснилось, она тоже имеет обратный характер, т. е. в районах Луганской области с более высокой распаханностью сельхозугодий доля склоновых пахотных земель ниже. В других регионах положение может быть иным, и распаханность с.-х. угодий действительно может стать фактором деградации почвенного покрова, как и принято считать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Развитие и устойчивость аграрных ландшафтов в степной зоне Краснодарского края / Белюченко И. С. // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : Материалы Междунар. научн. экол. конф. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С. 217–234.
2. Зубов А. Р. Формирование эрозионно-устойчивых агроландшафтов в бассейне Северского Донца : монография / А. Р. Зубов, И. Г. Зыков, А. Г. Тарарико. – Волгоград: ВНИ-АЛМИ, 2009. – 252 с.
3. Зубов А. Р. Моделирование процесса дефляции породы отвалов угольных шахт и техногенное загрязнение почв Донбасса / А. Р. Зубов, В. А. Ульшин, А. А. Зубов, Л. Г. Зубова // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2012. – № 77. – С. 52–56.
4. Зубов А. Р. Влияние лесных полос на продуктивность агроландшафтов Донбасса / А. Р. Зубов // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию создания Всерос. НИИ агролесомелиоративного института. – Волгоград, 2016. – С. 113–117.
5. Зубова Л. Г. Воздействие горнодобывающей промышленности на естественные ландшафты Донбасса / Л. Г. Зубова, В. А. Гречка, Ю. В. Матюшенко. – Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1999. – № 4. – С. 63.
6. Зубова Л. Г. Основы математической обработки экспериментальных данных : учебное пособие / Л. Г. Зубова. – Луганск : Изд-во «Ноулидж», 2013. – 60 с.
7. Зубова Л. Г. Терриконы : монография / Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов, А. А. Зубов, А. В. Харламова, С. Г. Воробьев, Ю. И. Макаришина, В. В. Буняченко. – Луганск : Изд-во «Ноулидж», 2015. – 712 с.
8. Зубова Л. Г. Влияние растительности на процесс формирования дождевого стока на поверхности отвалов угольных шахт / Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов, Ю. И. Макаришина : Научное обозрение. – 2015. – № 15. – С. 28–33.

9. Моргун Ф. Т. Почвозащитное земледелие / Ф. Т. Моргун, Н. К. Шикуча, А. Г. Тарарико. – Киев : Урожай, 1983. – 240 с.
10. Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства // За ред. О. Г. Тараріко і М. Г. Лобаса / Інститут агроекології та біотехнології УААН, Аграрний інститут НБАТ Агроінком. – Київ, 1998. – 158 с.
11. Скородумов А. С. Эродированные почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур / А. С. Скородумов. – Киев : Урожай, 1973. – 372 с.
12. Черемисинов Г. А. Эродированные почвы и их продуктивное использование / Г. А. Черемисинов. – М. : Колос, 1968. – 216 с.

УДК 574.2

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПАЛЕОБИОЗАГРЯЗНЕНИЙ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Перевертин Кирилл Александрович, доктор биологических наук, Центр паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Россия, Москва, perevertink@mail.ru

Васильев Тарас Аркадьевич, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия, Москва, tarasvasiliev44@gmail.com

Объективно ускорившиеся процессы глобального потепления приводят к масштабным процессам деградации ледников и криолитозоны («вечной» мерзлоты). Ландшафтные изменения способны активизировать палеобиоту, ранее находившуюся в биосферной изоляции. Особую опасность представляет выход из криобиоза высокопатогенных вредных организмов. Детоксикация агроландшафтов в ряде случаев может оказаться не только технологически проблематичной (паразитические фитонематоды), но и неразрешимой (оттаивание стихийных скотомогильников сибирской язвы *Bacillus anthracis* с необходимостью агроландшафтного отчуждения загрязнённых земель). Предложенный подход с применением метода геометрической стратификации позволяет оценочно определить, например, зоны риска для пастбищ оленя северного *Rangifer tarandus* на территории Саха (Якутия).

Ключевые слова: глобальное потепление, паразитарное загрязнение почв, криобиоз.

UPDATING PALEOBIOCONTAMINATION LANDSCAPES IN THE CONTEXT OF GLOBAL WARMING

Perevertin K. A., Vasil'ev T. A.

Objectively accelerated the process of global warming lead to a massive degradation of glaciers and permafrost zones. Landscape changes can increase paleobiota formerly biosphere in isolation. Especially dangerous is the exit cryobiosis highly pathogenic pests. Detoxification of agrolandscapes in some cases can be not only technologically problematic (parasitic nematodes), but also insoluble (thawing of natural cattle-mortuaries of anthrax *Bacillus anthracis* with the need for agrolandscape alienation of contaminated lands). The proposed approach using the geometric stratification method makes it possible to estimate, for example, the risk zones for reindeer pastures of *Rangifer tarandus* in the territory of Sakha (Yakutia).

Keywords: global warming, parasitic contamination of soil, cryobiosis.

Процесс глобального потепления, ускорившийся в последние десятилетия, считается объективно доказанным и является приоритетным предметом научных исследований [1]. Рассмотрение проблемы загрязнённости окружающей среды было бы неполным без учёта актуализации палеозагрязнений.

Подобно тому, как весеннее снеготаяние в мегаполисе кратно увеличивает объёмы подлежащего утилизации мусора, латентно присутствовавшего в зимнее время, планетарное потепление также неизбежно детерминирует ряд серьёзных проблем (вызовов). Деградация криолитозоны (таяние «вечной» мерзлоты) представляет особую актуальность для России

(более 60 % территории), а в некоторых регионах, например, Саха (Якутия) – 100 %. Наибольшую угрозу действительно глобального масштаба при «таянии тундры» представляет эмиссия метана, образующегося при трансформации огромных запасов плейстоценовой органики, ранее «законсервированной» в вечной мерзлоте. Этот газ более чем на порядок эффективнее CO₂ по вкладу в парниковый эффект и вполне реальной представляется угроза возникновения значимого контура положительной обратной связи в процессе катастрофического потепления.

Однако биота «мамонтового периода» может дойти до нас и непосредственно в живом виде [3]. В пробах почв криолитозоны [4] соответствующего возраста (32 и 42 тыс. лет) в Якутии (Низовья Колымы и р. Алазея) были обнаружены самки нематод в замороженном состоянии (криобиозе). При размораживании в лабораторных условиях в Институте физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (Пушино) животные вернулись к активной жизнедеятельности (передвигались и питались). Этот факт, был отражён в ряде популярных сообщений. Например: «Гости из прошлого: учёные оживили древних червей» // Российская газета, 27 июля 2018 г. Важно, что нематоды относятся к животным, для более простых организмов криобиоз достаточно давно известен: например, споры бактерий сохраняют жизнеспособность миллионы лет.

Ландшафтные изменения способны активизировать палеобиоту, ранее находившуюся в биосферной изоляции. Особую опасность представляет выход из криобиоза высокопатогенных вредных организмов. Детоксикация агроландшафтов в ряде случаев может оказаться не только технологически проблематичной (паразитические фитонематоды), но и неразрешимой (оттаивание стихийных скотомогильников сибирской язвы *Bacillus anthracis* с необходимостью агроландшафтного отчуждения загрязнённых земель).

Очень тревожным прецедентом является эпизоотия сибирской язвы на Ямале в 2017 г., когда аномально жаркое лето с активизацией таяния мерзлоты привело к падежу десятков тысяч оленей. Сейчас невозможно определить, в каких слоях почвы был «законсервирован» возбудитель болезни – периода плейстоцена или голоцена, но это и непринципиально в формате оценки потенциального паразитарного загрязнения почв (ландшафтов).

Рассмотренный нами ранее [2] феномен паразитарного загрязнения почв (ПЗП), являющийся одним из видов биозагрязнений, формально можно рассматривать в одном ряду с абиотическими формами загрязнений (тяжёлыми металлами, нефтепродуктами, пестицидами и т. д.). Термин «паразитарное загрязнение» был предложен в 1994 г. профессорами М. Д. Сониным, С. А. Беэром и В. А. Ройтманом для любых экосистем, в частности, реализовывалась программа по изучению ПЗ мегаполиса Москвы [2]. При переводе на английский, терминологически более точным было определение не «pollution», а «contamination». В настоящее время поисковые системы Интернета на запрос <parasitic contamination of soil> адресуются к работам, посвящённым, в основном, почвообитающим стадиям паразитов человека и животных, что, однако, не исключает важности проблемы необратимого заражения почв фитопаразитами.

Для оценки риска палеобиозагрязнений для Саха (Якутии) [3] нами использовался метод геометрической стратификации с минимальным набором слоёв – административные границы, зоны деградации криолитозоны, контуры пастбищных угодий. Метод геометрической стратификации вполне корреспондируется с методикой ландшафтного анализа в области определения элементарных ареалов агроландшафта (ЭАА) [2]. Задача стратификации – выделение на картограмме элементарных контуров, каждый из которых обладает уникальным (не совпадающим с другими контурами) набором оцениваемых параметров. Число оцениваемых параметров (например, микрорельеф, механический состав, контуры распространения поллютантов, границы очагов паразитарного загрязнения, иные почвенные различия) зависит от степени детализации задачи. После нанесения на картограмму всех линий оцениваемых параметров образовавшиеся замкнутые контуры полностью соответствуют понятию ЭАА. Подобным образом нами [2] стратифицировались сложившиеся производственные участки, физически приоритетно ограниченные дорогами, водоёмами, админи-

стративными и технологическими границами и т. д. Однако в рассматриваемом случае задача состоит не в уникальности выделенных контуров, а в их информационной значимости как зон наибольшего риска актуализации палеобиозагрязнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перевертин К. А. Некоторые фитосанитарные аспекты деградации почв агроландшафтов России в условиях климатических изменений / К. А. Перевертин // Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство) : Нац. доклад / под ред. А. И. Бедрицкого. Резюме. – М. : Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2018. – С. 45–47.
2. Перевертин К. А. Учёт паразитарного загрязнения почв в формате внедрения АЛСЗ (Адаптивно-ландшафтных систем земледелия) / К. А. Перевертин, Д. Н. Козлов // Труды Центра паразитологии. – 2018. – Т. L. – М. : Товарищество научных изданий КМК. – С. 192–195.
3. Сагитов А. О. Климатические детерминанты фитосанитарной деградации агроландшафтов – от расширения ареалов вредных организмов до актуализации палеобиозагрязнений почв / А. О. Сагитов, К. А. Перевертин, Т. А. Васильев // Становление и развитие науки по защите и карантину растений в Республике Казахстан : Материалы междунар. научн. конф. – Алматы, 6 декабря 2018, КазНИИЗКР. – С. 530–535.
4. Shatilovich A. V. Viable nematodes from late Pleistocene permafrost of the Kolyma river lowland / A. V. Shatilovich, T. V. Tchesunov, I. P. Neretina, S. V. Grabarnik, T. A. Gubin, T. C. Vishnivetskaya, E. M. Onstott, E. M. Rivkina // Doklady Akademii Nauk. – 2018. – Vol. 480. – No. 2. – P. 253–255.

УДК 676.08

ПОИСК НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКОПА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Шибекa Людмила Анатольевна, кандидат химических наук, доцент, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск, *Shibekal@mail.ru*

Синькевич Виктория Олеговна, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск

Рассмотрены условия образования скопа. Определены направления использования скопа в различных отраслях народного хозяйства. Показана возможность использования скопа в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: скоп, отход, производство бумаги, сточные воды, тяжелые металлы, использование, сорбционный материал.

SEARCH OF DIRECTIONS OF OSPREY USE FOR DECREASE IN ITS INFLUENCE ON GROUND RESOURCES

Shibeka L. A., Sinkevich V. O.

Conditions of formation of osprey are considered. Use directions of osprey in various branches of a national economy are defined. Possibility of use of osprey, in processes of sewage treatment from ions of heavy metals is shown.

Keywords: osprey, waste, paper production, sewage, heavy metals, use, sorption material.

Согласно данным статистической отчетности [4] в Республике Беларусь в 2017 г. у функционировало 2213 организаций, относящихся по виду экономической деятельности в соответствии с классификатором [2] к подсекции «Производство изделий из дерева и бума-

ги; полиграфическая деятельность и тиражирование записанных носителей информации». Среди предприятий данной отрасли промышленности наибольшее воздействие на компоненты окружающей среды оказывают промышленные объекты целлюлозно-бумажной отрасли производства. В процессе производства бумаги и картона потребляется значительное количество водных ресурсов. При этом образуются сточные воды, которые, чаще всего, подвергаются очистке на локальных очистных сооружениях. В процессе такой очистки происходит образование осадка сточных вод – скопа.

Ежегодное образование влажного скопа в Республике Беларусь может превышать 90 000 т [3]. В настоящее время скоп не находит широкого применения на практике и подлежит хранению или захоронению, занимая определенные площади земельных угодий и загрязняя компоненты окружающей среды. Согласно [1] скоп относится к группе VII «Отходы целлюлозы, бумаги, картона» и имеет 4-й класс опасности.

Цель работы – поиск направлений обезвреживания и использования скопа.

Анализ научно-технической и патентной литературы позволил выделить следующие направления использования скопа:

- в составе сырьевой смеси (не более 10 % от массы) при производстве бумаги и картона;
- в качестве выгорающей добавки при производстве отдельных видов керамических материалов;
- в составе сырьевой смеси для изготовления теплоизоляционного материала;
- в качестве сорбента для очистки воды или грунта от нефтепродуктов;
- в составе фильтрующего материала, применяемого для очистки газов от дурнопахнущих веществ;
- в составе почвосмеси для проращивания семян и развития саженцев; получения удобрений и др.

Скоп также обладает определенным энергетическим потенциалом и может подвергаться сжиганию.

В работе проведены исследования по оценке возможности использования скопа в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов (на примере ионов никеля). В исследованиях использовали скоп, образованный и хранящийся на одном из предприятий по производству бумаги Республики Беларусь.

Согласно [5] сушка скопа при температуре 120–140 °С увеличивает его сорбционную емкость на 20 % по отношению к нефтепродуктам, содержащимся в воде. В связи с этим в работе использовали скоп, высушенный при температуре 140 °С, а также скоп, прокаленный при температуре 600 °С. Размер частиц образцов скопа не превышал 1 мм.

Исследования проводили в диапазоне изменения начальных концентраций никеля в растворе 0,2–5 г/дм³. Содержание скопа в пробе составляло 2 г/дм³. Время взаимодействия скопа с раствором составляло 2 ч. Содержание ионов никеля в фильтрате определяли титриметрическим методом [6]. Степень очистки сточных вод определяли путем расчета коэффициента извлечения, показывающего количество ионов никеля (в мг), поглощенного единицей массы скопа (1 г). Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Коэффициенты извлечения ионов никеля скопом

Начальная концентрация ионов никеля в растворе, г/дм ³	Коэффициенты извлечения ионов никеля, мг/г из скопа	
	высушенного при температуре 140 °С	прокаленного при температуре 600 °С
0,2	7,7	9,4
0,5	12,5	10,2
1,0	30,9	21,7
2,0	29,2	31,8
3,0	31,7	29,9
4,0	72,6	92,6
4,5	71,0	90,5
5,0	68,6	89,6

Анализ результатов, представленных в таблице, свидетельствует о том, что с увеличением концентрации ионов никеля в воде возрастает коэффициент извлечения металла единицей массы скопа. Предельное значение коэффициента извлечения при использовании высушенного скопа составляет порядка 70 мг/г, прокаленного скопа – около 90 мг/г, которые наблюдаются в диапазоне концентраций никеля 4–5 г/дм³. Незначительные колебания коэффициентов извлечения обусловлены как погрешностью метода определения концентрации ионов никеля в растворе, так и возможной десорбцией ионов никеля при высоких концентрациях. Ход адсорбционных кривых для двух образцов скопа идентичен и свидетельствует о наличии двух перегибов. Более высокая эффективность очистки сточных вод от ионов никеля при применении прокаленного скопа, вероятно, обусловлена преобладающей ролью реакций ионного обмена между ионами никеля, присутствующими в растворе, и ионами, содержащимися в составе прокаленного скопа. Для высушенного скопа определяющим в процессе извлечения ионов металла является, вероятно, процесс физической сорбции.

Таким образом, скоп может найти применение в различных сферах народного хозяйства, в том числе в качестве сорбционного материала для извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод. Использование скопа позволит снизить загрязнение окружающей среды и уменьшить площадь земельных угодий, отводимых для его хранения или захоронения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь №85 от 08.11.2007 г. (в ред. постановлений Минприроды от 30.06.2009 г. № 48, от 31.12.2010 г. № 63, от 07.03.2012 г. № 8) – 94 с.
2. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь. ОКРБ 005-2011 «Виды экономической деятельности» (ОКЭД). // Утв. постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 5 декабря 2011 г. № 85. – Минск : Госстандарт, 2011. – 355 с.
3. Плышевский С. В. Отходы скопа: состав, свойства и пути утилизации / С. В. Плышевский, А. Л. Ковш, Р. Я. Мельникова, А. В. Салита // Экология на предприятии. – № 4 (58). – 2016. – С. 35–47.
4. Промышленность Республики Беларусь. Статистический сборник. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2018. – 194 с.
5. Способ получения сорбента для очистки поверхности воды или грунта от нефти и нефтепродуктов: пат. 2279309 Российская Федерация, МПК В01J 20/24 (2006.01), В01J 20/30 (2006.01) / Л. Д. Зонова, В. В. Горелов, В. Н. Басов, М. Б. Ходяшев, В. А. Балков, В. Н. Молокотина; патентообладатель: ООО «Межрегиональный центр биологических и химических технологий».
6. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / А. В. Лихачева, Л. А. Шибeka. – Минск : БГТУ, 2011. – 204 с.

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА РАЗВИТИЕ БИОТЕСТОВ

Савич Виталий Игоревич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедры почвоведения РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, *Россия*, г. Москва, *savich.mail@gmail.com*

Сорокин Андрей Евгениевич, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой экологии, системы жизнеобеспечения и безопасности жизнедеятельности Московского авиационного института, *Россия*, *kaf614@mail.ru*

Федорова Надежда Дмитриевна, инженер РГАУ-МСХА, *Россия*, *fedorova_105@mail.ru*

В проведенных исследованиях показано влияние на развитие проростков биотестов и микроорганизмов информационно-энергетических полей стимуляторов и ингибиторов. Информационно-энергетическое поле одних растений существенно влияет на развитие семян биотестов других растений.

Ключевые слова: почва, растения, микроорганизмы, информационно-энергетические поля, биотесты

INFLUENCE OF INFO-ENERGY FIELDS OVER BIOTEST DEVELOPMENT

Savich V. I., Sorokin A. E., Fedorova N. D.

The influence of info-energy fields of promoting and inhibiting agents over biotest sprout development, microorganisms is shown in the researches performed. Info-energy fields of some plants affect on biotest seed development of other plants.

Key words: soil, plants, microorganisms, info-energy fields, biotests.

В отечественной и зарубежной литературе имеется ряд работ по влиянию на развитие растений и микроорганизмов различных физических полей и в т. ч. Информационно-энергетических полей с заданной информацией. Эти поля записываются на электронные носители и голограммы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Однако неясен вопрос об информационно-энергетической составляющей этих полей и оптимальных способах ее записи [3, 7].

В представленной работе приведены экспериментальные данные о влиянии на развитие проростков биотестов и микроорганизмов информационно-энергетических полей звука, стимуляторов и ингибиторов, других растений.

1. Влияние информационноэнергетических полей на растения

По литературным данным растения лучше развиваются при воздействии на них звуковых волн в частотах 6 кГц, а при 10 кГц – погибают. Они лучше развиваются при звуках низкой частоты и хуже – при звуках высокой частоты [4, 7]. С нашей точки зрения, эффект воздействия звуковых волн на растения будет зависеть от вида растений, условий их произрастания и продолжительности воздействия. Так, растения, которые воспринимали музыку 8 час подряд, погибали.

В ряде работ показана перспективность одновременного воздействия на растения музыки, удобрений и стимуляторов [2]. По полученным нами данным, под влиянием звукового поля рока длина стеблей биотеста составила $2,6 \pm 0,6$ см, корней – $1,7 \pm 0,4$; под влиянием поля вальса соответственно $4,2 \pm 0,1$ и $2,0 \pm 0,3$ см.

Одни растения влияют на другие, в т. ч. и за счет взаимодействия их информационно-энергетических полей. По полученным нами данным, при действии на прорастание семян биотеста экзаметаболических и информационно-энергетических полей крассулы размер корней биотеста составлял $1,1 \pm 0,2$ см, а при действии поля юкки – $12,0 \pm 0,3$ см.

Влияние на растения оказывают и информационно-энергетические поля стимуляторов и ингибиторов. Так, поглощение ^{32}P из питательного раствора проростками огурца (имп/сек) под влиянием информационно-энергетического поля гумата натрия составляло $955,0 \pm 142,4$, а при действии поля нитрата свинца – $50,0 \pm 3,3$. Физические поля соединенный оказывают влияние и на параметры фотосинтеза растений [4]. Так, в контрольном ва-

рианте активность фотосинтеза листа биотеста составила $5,2 \pm 0,2$ ммоль/м²сек, а при облучении полем олова – $3,6 \pm 0,3$.

В проведенных нами исследованиях оценивалось влияние на прорастание семян биотестов (кресс-салата и томата) растворов стимуляторов и ингибиторов и их информационно-энергетических полей. Так, под влиянием раствора стимулятора «Симбионт–2» в разведении 1:10000 длина корней кресс-салата составила $9,5 \pm 0,2$, а при действии поля этого стимулятора в разведении 1 : 2000 – $8,1 \pm 0,2$, в контроле – $7,8 \pm 0,7$, а при действии поля NiCl₂ (1 г в 20 мл H₂O) – $7,5 \pm 0,4$.

2. Влияние информационно-энергетических полей на микроорганизмы.

Каждая группа микроорганизмов, как приспособлена к условиям воздействия на нее определенных информационно-энергетических полей, так и сама создает (излучает) эти поля. Опосредованно это приводит к направленному изменению свойств почв, их плодородия, урожайности и качества сельскохозяйственной продукции. Согласно литературным данным [4, 5], при более высоких частотах электромагнитного спектра лучше развиваются бактерии, при меньших частотах – грибы и при еще меньших частотах – вирусы.

По полученным нами данным, при обработке почв, загрязненных нефтью, под действием УФ, СВЧ, УЗИ, ИК-излучения разложение нефтепродуктов существенно изменилось [4]. Достоверные изменения микробиологической активности происходят и при воздействии на них информационно–энергетических полей ингибиторов и стимуляторов без соприкосновения этих веществ с колониями микроорганизмов. По полученным нами данным, эти изменения идентифицируются по цветовой гамме колоний микроорганизмов, идентифицируемой способами компьютерной диагностики в цветовых системах RGB, Lab, CMYK [4]. Это иллюстрируется данными следующей таблицы.

В проведенных исследованиях отмечалось уменьшение интенсивности цветовой гаммы колоний микроорганизмов, развивающихся на дерново-подзолистой почве. Интенсивность цвета В в наибольшей степени уменьшилась под влиянием поля ацетата свинца, в наименьшей степени – под влиянием информационно-энергетического поля симазина. Интенсивность зеленого (G) и красного (R) цветов в наибольшей степени уменьшилась под влиянием поля метронидазола.

Таблица 1 – Изменение цветовой гаммы колоний микроорганизмов при действии на них информационно-энергетических полей стимуляторов и ингибиторов (на пахотном горизонте дерново-подзолистой почвы)

Препарат	Цвета	Интенсивность цветов	
		до начала опыта	после воздействия поля препарата
Нистатин	R	175 ± 8	135 ± 8
	G	176 ± 10	128 ± 10
	B	158 ± 10	105 ± 14
Метронидазол	R	193 ± 9	119 ± 4
	G	197 ± 8	126 ± 6
	B	165 ± 8	92 ± 12
Симазин	R	183 ± 1	146 ± 4
	G	192 ± 2	150 ± 8
	B	155 ± 4	132 ± 17
Ацетат свинца	R	167 ± 9	120 ± 10
	G	185 ± 4	123 ± 6
	B	181 ± 1	84 ± 4
«Искра» золотая	R	186 ± 10	121 ± 4
	G	195 ± 8	128 ± 4
	B	185 ± 9	108 ± 10

Таким образом, информационно-энергетические поля стимуляторов, ингибиторов, растений влияют на развитие биотестов, микроорганизмов и могут использоваться для оптимизации системы почва–растение при экстремальных погодных условиях, при болезнях растений, при частичной замене ядохимикатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич А. Г. Митогенетическое излучение / А. Г. Гурвич, Б. Д. Гурвич. – Л., 1934. – 353 с.
2. Гербер Р. Вибрационная медицина / Р. Гербер. – София, 2008. – 592 с.
3. Егорочкин И. В. Паразиты. Диагностика и терапия / И. В. Егорочкин, Н. И. Чернолуцкий, К. И. Егорочкин. – М., 2006. – 48 с.
4. Савич В. И. Агроэкологическая оценка геофизических полей / В. И. Савич, М. А. Мазиров, В. А. Седых. – М. : РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2016. – 492 с.
5. Савич В. И. Использование электромагнитных полей с заданной информацией для оптимизации системы почва-растение / В. И. Савич. – Международный с.-х. журнал, 2017. – № 3. – С. 42–51
6. Темуриянц Н. А. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире / Н. А. Темуриянц, Б. М. Владыченский, О. Т. Тимкин. – Киев : Наукова Думка, 1992. – 185 с.
7. Электромагнитные поля в биосфере / под ред. Н. В. Красногорской. – Наука, 1984 – Т. 1, 2.

УДК631.6; 626.87

РЕЗУЛЬТАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫВКИ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Абдешев Куаныш Бакытжанович, доктор PhD, Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати, Республика Казахстан, г. Тараз, abdeshev.kuanysh@mail.ru

На основе принципов безотходных и безопасных технологий природопользования, а также законов природы разработаны ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии промывки засоленных земель с учетом интенсивности промывки водопроницаемости почв, позволяющие сохранить естественные почвообразовательные процессы.

Ключевые слова: почва, засоление, промывка, экология, безотходная, безопасная, технология, процесс, почвообразование, водопроницаемость.

THE RESULT OF INDUSTRIAL TESTED ENVIRONMENTALLY SAFE TECHNOLOGY OF WASHING OF SALINE LANDS

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Abdeshev K. B.

On the basis of the principles of waste-free and safe technologies of environmental management, and also laws of the nature resource-saving and ecologically safe technologies of washing of the salted lands, taking into account compliance of intensity of washing of water penetration of the soil, the natural pochoobrazovatelyny processes allowing to keep are developed.

Keywords: soil, salinization, washing, ecology, waste-free, safe, technology, process, soil formation, intensity, water penetration.

Промывки засоленных земель вызывают глобальные нарушения в природных балансах потоков вещества и энергии, существенно перераспределяют поверхностные и подземные стоки, вовлекая в современный геологический круговорот вековые запасы легкорастворимых солей почв. Поэтому в настоящее время существуют разные подходы для промывки засоленных почв, обеспечивающие выщелачивание солей до порога токсичности для сельскохозяйственных культур с применением результатов экспериментальных исследова-

ний и теоретических разработок на основе применения достижений фундаментальных наук в решении проблемы мелиорации сельскохозяйственных земель.

Цель исследования – на основе производственных исследований разработан способ промывки засоленных почв, базирующийся на природном процессе «засоления–рассоления» почв, определить эффективность предложенной экологически безопасной технологии промывки засоленных природных ландшафтов.

Методы и материалы исследования. На основе теоретической модели природного процесса «засоления–рассоления» почв разработан способ промывки засоленных почв, включающий подготовку временных оросительных и дренажных сетей и чеков, глубокое мелиоративное рыхление почвы поперек дрен с чередованием рыхленных и нерыхленных полос одинаковой ширины, с последующей подачей воды в чеки в напорном режиме до полного увлажнения, затем подачу воды до работы в безнапорном режиме, отличающийся тем, что в чеках с нулевыми отметками нарезают временные оросительные сети с противоположной стороны чека и борозды с углублением в сторону центра чека, при этом подачу промывной нормы с помощью борозды проводят одновременно встречными струями с одинаковыми расходами до столкновения друг с другом в центре чека с последующим выравниванием слоя воды в борозде по фронту подачи воды [4, 5].

Результаты исследования. Производственные испытания разработанного способа промывки засоленных почв проводились на засоленных землях фермерских хозяйств «Досан» и «Рустем» Байзакского района Жамбылской области Республики Казахстан, и результаты выращивания кукурузы на зерно после промывки в период 2013–2015 гг. приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты промывки засоленных почв и выращивание кукурузы на зерно после промывки в период 2013–2015 гг.

Показатели	Технологии промывки			
	Фермерское хозяйство «Досан»		Фермерское хозяйство «Рустем»	
	Промывка с постоянной водоподачей	Промывка с прерывистой водоподачей	Промывка с постоянной водоподачей	Промывка с прерывистой водоподачей
Площадь, га	4,2	4,4	4,8	5,4
Первый год исследования (2013 жыл)				
Оросительная норма, м ³ /га	4000	4000	4200	4200
Количество поливов	4	4	4	4
Урожайность кукурузы на зерно, т/га	4,5	4,5	4,6	4,6
Промывная норма, м ³ /га	9700	6600	9500	6300
Общая норма водоподачи на орошаемых полях, м ³ /га	13700	10600	13700	10500
Затраты воды на 1 т кукурузы на зерно, м ³ /т	3045	2356	2978	2383
Второй год исследования (2014 жыл)				
Оросительная норма, м ³ /га	3900	3900	3800	3800
Количество поливов	4	4	4	4
Урожайность кукурузы на зерно, т/га	5,0	5,0	4,9	4,9
Промывная норма, м ³ /га	7000	4000	7000	4000
Общая норма водоподачи на орошаемых полях, м ³ /га	10900	7900	10800	7800
Затраты воды на 1 т кукурузы на зерно, м ³ /т	2180	1580	2204	1592
Третий год исследования (2015 жыл)				
Оросительная норма, м ³ /га	4100	4100	4000	4000
Количество поливов	4	4	4	4
Урожайность кукурузы на зерно, т/га	6,2	6,2	6,5	6,5
Промывная норма, м ³ /га	7000	4000	7000	4000
Общая норма водоподачи на орошаемых полях, м ³ /га	11100	8100	11000	8000
Затраты воды на 1 т кукурузы на зерно, м ³ /т	1790	1306	1692	1230

Как видно из таблицы 1, при освоении засоленных почв (промывная и оросительная нормы) затраты воды для получения 1 т. кукурузы на зерно при промывке с постоянной водоподачей в годы исследования изменяются от

цессов, опр3045–2978 до 1790–1692 м³, а при промывке с прерывистой водоподачей – от 2356–2383 до 1306–1230 м³, что указывает на совершенствование технологии промывки и возможности рационального использования водно-земельных ресурсов.

Обсуждение результатов исследования. В случае промывки засоленных почв техническое воздействие имеет тенденцию превращаться в перманентное и все более усиливающееся, вплоть до полной замены саморегуляции природных систем техногенным регулированием в условиях «жесткого» управления природными процессами за счет усиления геологического круговорота воды и вещества. Поэтому с экологических позиций промывку засоленных почв необходимо проводить на основе «мягкого» управления природными системами. В отличие от «жесткого» управления, «мягкое» управление основано на улучшении бывшей естественной продуктивности экологических систем или повышении плодородия почвы путем целенаправленной и основанной на использовании объективных законов Природы [1].

При этом, как показали результаты производственных испытаний, технология промывки засоленных почв в условиях засоленных земель фермерских хозяйств «Досан» и «Рустем» Байзакского района Жамбылской области Республики Казахстан на основе «мягкого» управления гидрогеохимическим процессом, где в основу положено понятие закономерности природных эволюционных почвенных процессов в той интерпретации, какая была изложена выше: почв, как открытая система, обладает устойчивостью, саморегулированием и находится в поступательном динамическом равновесии. При этом принцип экологически безопасной технологии промывки засоленных почв основан на разумном дозировании и регулировании техногенных нагрузок на природную систему. Дозирование – регулирование нормы промывки во временном масштабе возможно при глубоком понимании законов природных процессов, определяющих сущность геологического круговорота воды и химических веществ и экологических ограничений, которые ставятся природой перед нашей деятельностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель [Текст] / Ж. С. Мустафаев // LFMBERT Academic Publishing. – 2016. – 378 с.
2. Мустафаев Ж.С. Моделирование засоления и рассоления почвы [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, К. Ж. Мустафаев, К. Б. Абдешев. – Тараз, 2013. – 204 с.
3. Мустафаев Ж. С. Физико-математическое моделирование процесса выщелачивания солей из почвы [Текст] / Ж. С. Мустафаев // Плодородие почв Казахстана, вып. 2. – Алматы : Наука, 1986. – С. 64–72.
4. Мустафаев Ж. С. Способ промывки засоленных почв : Авторское свидетельство № 49476 [Текст] / Ж. С. Мустафаев, С. И. Исабай, А. Т. Козыкеева, А. А. Сагаев, Г. Калманова // Бюллетень. – Астана, 2014. – № 12. – 2 с.
5. Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Карлыханов Т. К., Абдешев К. Б. Способ промывки засоленных почв : Патент РК, № 29219 [Текст] // Бюллетень. – Астана, 2014. – № 12. – 2 с.
6. Мустафаев Ж. С. Экологически безопасная технология промывки засоленных земель [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, К. Б. Абдешев // Перспективные технологии и сортаменты в садоводстве : Научн. тр. СКФНЦСВВ. – Краснодар, 2018. – С. 103–111.
7. Мустафаев Ж. С. Экосистемные технологии промывки засоленных земель как фактор обеспечения устойчивости ландшафтных систем [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, К. Б. Абдешев // Социально-экономическая эффективность использования земельных ресурсов в аграрной сфере экономики Республики Башкортостан: современное состояние и пути повышения : Сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. – Уфа, 2018. – С. 305–311.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Адилбектеги Гулмира Адильбек кызы, кандидат географических наук, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Республика Казахстан, г. Алматы, adilbekova.gulmira@yandex.kz

На основе законов природных процессов разработана интегральная модель для оценки климатического индекса биологической продуктивности ландшафтов, включающая преимущественно оценку продуктивности растительного и почвенного покровов, которая позволяет определить закономерности формирования и функционирования ландшафтных систем в зависимости от широтной зональности и высотной поясности для эффективного использования земель сельскохозяйственного назначения и выявления их региональных различий.

Ключевые слова: природа, ландшафт, климат, продуктивность, биология, экология, потенциал, индекс.

METHODS FOR ESTIMATION OF HEAT AND MOISTURE SECURITY OF NATURAL LANDSCAPES

Mustafaev Z. S., Adilbektegi G. A.

Based on the laws of natural processes, an integrated model has been developed for assessing the climatic index of biological productivity of landscapes, which mainly includes assessing the productivity of vegetation and soil cover, which allow determining the patterns of formation and functioning of landscape systems depending on latitudinal zonality and altitudinal zonation for efficient use of agricultural lands and identifying them regional differences.

Keywords: nature, landscape, climate, productivity, biology, ecology, potential, index.

В реализации продовольственной программы Республики Казахстан, важное место занимает проблема экологической оценки продуктивности ландшафтных систем для рационального использования всех природных ресурсов этой или иной территории, среди которых ведущая роль принадлежит климату. Решение этой актуальной проблемы связано с разработкой эффективных методов детальной оценки экологических и агроклиматических ресурсов с использованием показателей климата.

Агроклиматические ресурсы, под которыми понимают совокупность агроклиматических условий, определяющих продуктивность почвенных и растительных покровов, характеризуются определенными свойствами. Они относятся к числу тех немногих видов природных ресурсов, которые постоянно возобновляются, доступны человеку для исследования и не приводят к ухудшению природной среды.

Цель исследования – разработка интегральной модели экологической оценки продуктивности ландшафтов, включающая преимущественно оценку продуктивности растений и почвы, что позволяет определить закономерности функционирования и районирования природных систем в зависимости от широтной зональности и высотной поясности.

Результаты исследования. Современные достижения в области географии, экологии, экологической биоэнергетики и метеорологии позволяют на основе системного изучения эколого-функциональных характеристик компонентов природной системы разработать методы надежной количественной и качественной оценки продуктивности ландшафтов [1].

Моделирование экологической оценки продуктивности природных ландшафтов. Все процессы, протекающие в организмах или их сообществах, связаны с использованием энергии, с преобразованием ее из одного вида в другой и с ее неизбежным рассеянием. При этом продуктивность или интенсивность биологического процесса в ландшафтах во многом

определяется значением коэффициента использования свободной энергии ($\eta_{ЭН}$) системой данного трофического уровня, в которую он входит [2]:

- продуктивность растений может быть определена по условию [3]: $ПУ = R \cdot \eta_{ЭН} / C$, где $ПУ$ – потенциальная продуктивность растений; C – калорийность единицы урожая органического вещества; $\eta_{ЭН}$ – коэффициент использования свободной энергии [1]: $\eta_{ЭН} = k_{ФАР} / 100$, здесь $k_{ФАР}$ – коэффициент использования растениями активной фотосинтетической радиации;

- энергия, затрачиваемая на почвообразование [4]: $Q_i = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R})$, где

Q_i – энергия, затрачиваемая на почвообразование, кДж/см²; α_o – коэффициент, учитывающий состояние поверхности почвы.

Продуктивность растительного сообщества ландшафтов ($ПУ$) зависит не только от энергетических ресурсов природной системы (R) и коэффициента использования свободной энергии ($\eta_{ЭН}$), а также от коэффициента влагообеспеченности территории ($\eta_в$), то есть [1]: $Y_i = ПУ \cdot \eta_в = (R \cdot \eta_{ЭН} / C)(1/\bar{R})$, где Y_i – экологическая продуктивность растительного сообщества с учетом естественной влагообеспеченности ландшафтов.

В природной системе принцип энергетической сбалансированности тепла и влаги наблюдается в природных условиях, где радиационный индекс сухости (\bar{R}) равен 1.0, то есть в качестве критериального уровня принять их лимит в пределах 0.9-1.0 [1]. Тогда потенциально возможная энергия, затраченная на почвообразовательный процесс (Q_n), может быть определена по выражению [1]: $Q_n = R \cdot \exp(-0.9 \cdot \alpha_o)$.

Таким образом, экологическая продуктивность ландшафтов ($K_э$) определяется соотношением таких осредненных индикаторных величин, как коэффициент продуктивности растений (K_p) и почвы (K_n): $K_э = K_p \cdot K_n$, где K_p – коэффициент, характеризующий экологическую продуктивность растительного сообщества: $K_p = Y_i / ПУ$, где K_n – коэффициент, характеризующий экологическую продуктивность почвы: $K_n = Q_i / Q_n$.

Моделирование биоклиматического потенциала природных ландшафтов. Для количественной оценки биоклиматического потенциала ландшафтов природной системы, то есть формирования продукционного процесса растительного и почвенного покровов в ландшафтных системах, использованы климатический индекс биологической продуктивности ландшафтов Д. И. Шашко (B_K) [5] и показатель энергии, затрачиваемой на почвообразование, определяемый по формуле В. Р. Волобуева (Q_i) [4].

Влияние на биологическую продуктивность ландшафтов тепла и влаги выражается относительными величинами биоклиматического потенциала природной системы, то есть через климатический индекс биологической продуктивности растительного покрова ландшафтов Д. И. Шашко [5]:

$$B_K = K_{p(кy)} \left[100 \cdot \sum t > 10^o C / \sum t > 10^o C_o \right],$$

где B_K – климатический индекс биологической продуктивности растительного покрова ландшафтов; $\sum t > 10^o C$ – сумма средних суточных температур воздуха выше +10 °С, отражающая поступление солнечной энергии и теплообеспеченности ландшафтов; $\sum t > 10^o C_o$ – сумма средних суточных температур воздуха выше +10 °С, равных начальной зоне формирования стока речных бассейнов, равная 1000 °С; $K_{p(кy)}$ – коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения, представляющий собой отношение продуктивно-

сти при данных условиях влагообеспеченности к максимальной продуктивности в условиях оптимальной влагообеспеченности, определяется по формуле [5]:

$$K_{p(кy)} = 1.15 \cdot \lg(20 \cdot Md) - 0.21 + 0.63 \cdot Md - Md^2,$$

где $M_d = O_c / \sum d$ – показатель увлажнения, когда количественное значение показателя увлажнения будет в пределах $Md = 0.50 \div 0.60$, величина коэффициента роста $K_{p(кy)} = 1.0$ [5]; $\sum d$ – сумма дефицита влажности воздуха биологически активного периода года, мм; O_c – атмосферные осадки, мм;

Биоклиматический потенциал, выраженный в баллах, является интегральным показателем – основным для оценки агроклиматической значимости климата и приблизительно отображает биологическую продуктивность зональных типов почв, так как урожайность зависит от плодородия почвы и характеризует благоприятность климата [5], что дает возможность определить потенциальное значение климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова при $K_{p(кy)} = 1.0$:

$$B_{кп} = \left[100 \cdot (\sum t > 10^{\circ} C / \sum t > 10^{\circ} C_o) \right].$$

При этом отношение климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова (B_k) к потенциальному значению климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова природной системы при $K_{p(кy)} = 1.0$ ($B_{кп}$), то есть $K_{\bar{p}} = B_k / B_{кп}$, являются показателями климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова.

Таким образом, климатический индекс биологической продуктивности ландшафтов (K_l) определяется соотношением таких усредненных индикаторных величин, как показатели продуктивности почвенного покрова (K_n) и климатического индекса биологической продуктивности растительного покрова ($K_{\bar{p}}$): $K_l = K_{\bar{p}} \cdot K_n$.

Таким образом, разработанная модель экологической оценки продуктивности ландшафтов позволяет, во-первых, придать количественные значения качественным изменениям ареалов; во-вторых, моделировать трансформацию природных систем при изменении климата; в-третьих, привести ландшафтно-экологическое районирование природных систем бассейна рек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Экологическая оценка продуктивности ландшафтов бассейна реки Шу : Аналитический обзор [Текст] / Ж. С. Мустафаев, Г. А. Адильбектеги, М. А. Сейдуалиев – Тараз, 2004. – 80 с.
2. Алпатъев А. М. Развитие, преобразование и охрана природной среды [Текст] / А. М. Алпатъев. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
3. Шатилов И. С. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая [Текст] / И. С. Шатилов, А. Ф. Чудновский. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – 320 с.
4. Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования [Текст] / В. Р. Волобуев. – М. : Наука, 1974. – 128 с.
5. Шашко Д. И. Учитывать биоклиматический потенциал [Текст] / Д. И. Шашко // Земледелие. – 1985. – № 4. – С. 19–26.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ОСВОЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Жусупова Лиза Куанышовна, Кызылординский государственный университет имени Коркыт-Ата, Республика Казахстан, г. Кызылорда, liza_zk@mail.ru

Предложен способ освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур, который позволит уменьшить количество солей почвы до определенного уровня. Соответственно степени засоления поэтапно во временном масштабе в годовых интервалах, с подачей соответствующей промывной нормы последующее возделывание сельскохозяйственных культур соответствующей солеустойчивости, которые постоянно обеспечивают уменьшение объема коллекторно-дренажных вод в естественные водоприемники.

Ключевые слова: засоленные земли, способ, освоение, почва, промывка, сельскохозяйственные культуры, норма, солеустойчивость.

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL SUBSTANTIATION OF METHODS OF DEVELOPMENT OF PEDIENT LANDS.

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva Al. T., Zhusupova L. K.,

The method of development of saline lands for cultivation of crops, which will reduce the amount of salt from the soil to a certain level according to the degree of salinity in stages on a time scale in annual intervals, with the supply of appropriate washing rate, followed by the cultivation of crops appropriate salt resistance, which constantly provide a reduction in the volume of collector-drainage water in natural water receivers.

Keywords: saline lands, method, development, soil, washing, agricultural crops, norm, salt resistance.

В настоящее время естественные засоленные земли и вторичные засоленные орошаемые земли являются основной причиной и механизмом потери плодородия почвы, которые приводят к нарушению динамического равновесия экосистемы, оказывают техногенное давление на экономику и благосостояние общества. При этом деградация земель обусловлена как природными, так и антропогенными факторами, которые способствуют снижению естественной биологической продуктивности растительного и почвенного покровов, или потере эколого-биологической продуктивности орошаемых земель – одной из экологических и социально-экономических проблем в мире.

Поэтому важным направлением в повышении продуктивности засоленных земель является разработка системы оперативного управления гидрогеохимическими параметрами почвы с помощью гидротехнических и агротехнических приемов, которые выполняются в процессе их освоения для возделывания сельскохозяйственных культур в соответствии с их биологическими особенностями [1, 2].

Цель исследования – разработка способа освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур, которая позволит уменьшить количество солей в почве до определенного уровня; соответственно степени засоления поэтапно во временном масштабе в годовых интервалах, с подачей соответствующей промывной нормы последующее возделывание сельскохозяйственных культур определенной солеустойчивости, которые постоянно обеспечивают уменьшение объема коллекторно-дренажных вод в естественные водоприемники.

Результаты исследования. Предлагаемый новый концептуальный подход к освоению засоленных земель заключается в ориентации мелиоративной деятельности на строгий учет закономерных природных процессов и их ритмических колебаний, влияния изменяю-

щихся климатических факторов и рассмотрение природы как единого организма с присущим ему циклических движений потоков веществ в большом и малом круговоротах [1].

В природной системе при освоении засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур объекты воздействия, то есть почва и почвообразовательный процесс в целом, экологически неустойчивы, и поэтому требуется разработка комплекса управляющих мероприятий с целью оптимизации их функционирования, то есть перевода их в режим динамически устойчивого развития с набором известных по способу, методу, интенсивности и времени корректирующих воздействий [1].

Формирование и функционирование почвенного и растительного покрова в пустыне и полупустыне характеризуются двумя параметрами, то есть процессами влаго- и солепереноса, характеризующими испарительную особенность геохимического барьера и приводящими к процессу засоления, а растительный покров – биомассой и видовым разнообразием на основе закона генетического разнообразия [1]. При этом следует отметить, что в условиях ритмических колебаний климата в природе наблюдается естественный процесс рассоления и засоления, что в определенной степени оказывает влияние на количественный состав и структуру видового растительного покрова засоленных почв. В процессе рассоления почв в естественных условиях более солеустойчивые растительные сообщества уступают место более солечувствительным растительным сообществам по схеме очень сильнозасоленные – сильнозасоленные – средnezасоленные – слабозасоленные – незасоленные с последующей сменой соответствующих солеустойчивых культур в почвенном покрове: очень устойчивые – устойчивые – среднеустойчивые – среднечувствительные – чувствительные [2].

Таким образом, на основе законов природы при наличии прямых и обратных связей в почве можно говорить о саморегулировании почвы и использовать этот процесс для разработки экологического чистого способа освоения засоленных земель для сельскохозяйственного производства. Это послужило основанием для организации научного поиска и разработки принципиально новых решений по теоретическому обоснованию необходимости и возможности освоения засоленных земель, которые базируются на теоретической экологии, почвоведении, биологии и мелиорации, а также эволюционных процессах в природной системе [2]. При этом если технология освоения засоленных земель будет основана на формировании засоленных земель и процессе рассоления почв в природных системах, тогда изменение природного процесса под влиянием природных факторов будет совпадать с направлением и интенсивностью естественного процесса или будет к ним приближаться. Следовательно, на основе такой позиции освоение засоленных почв должно проводиться поэтапно с использованием классификации засоленных почв от солончаков до сильнозасоленных, от сильнозасоленных до средnezасоленных, от средnezасоленных до слабозасоленных и от слабозасоленных до незасоленных.

В связи с многообразием и динамичностью гидрогеохимических показателей почвенной системы засоленных земель в процессе их сельскохозяйственного освоения во временном масштабе технология их оптимизации должна быть ориентирована на регулирование и управление жизнедеятельностью видового сообщества растительного покрова.

При достижении поставленных целей за основу приняты традиционные классификации почв по засолению и солеустойчивости сельскохозяйственных культур и их вариации, которые позволяют составить технологические схемы освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур с учетом предельно допустимого уровня техногенных нагрузок на природную систему [2]. На основе предложенной технологической схемы освоение засоленных земель должно проводиться поэтапно во временном масштабе в годовых интервалах, с использованием классификации засоленных почв и солеустойчивости сельскохозяйственных культур от очень сильнозасоленных до сильнозасоленных, от сильнозасоленных до средnezасоленных, от средnezасоленных до слабозасоленных и от слабозасоленных до незасоленных с возделыванием сельскохозяйственных культур. При этом каждый этап освоения засоленных земель соответствует определенному состоянию земель по степени засоления почвы, и, следовательно, решаются определенные мелиоративные задачи, относящиеся к этому этапу. Отличительной чертой предлагаемой схемы освоения засоленных земель от подобных разработок является увязка способа освоения за-

соленных земель с классификацией засоленных почв и солеустойчивостью сельскохозяйственных культур.

На основе предложенного подхода разработан способ освоения засоленных земель, включающий подготовку временной оросительной и дренажной сетей и чеков, глубокое мелиоративное рыхление почв поперек дрен с чередованием рыхленных полос с одинаковой шириной и последующей подачей промывной воды в чеки. Способ отличается тем, что освоение засоленных земель проводится в двух симметричных и параллельно-последовательных действиях по времени в годовых интервалах с рассолением засоленных почв до определенного допустимого уровня с подачей промывной нормы, с учетом экологических требований природообустройства и классификации засоленных почв и солеустойчивости сельскохозяйственных культур от очень сильнозасоленных до сильнозасоленных, от сильнозасоленных до средnezасоленных, от средnezасоленных до слабозасоленных и от слабозасоленных до незасоленных с последующим возделыванием соответствующих им солеустойчивых культур: очень устойчивые – устойчивые – среднеустойчивые – среднечувствительные – чувствительные [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Экосистемное обоснование способов освоения засоленных земель [Текст] / Ж. С. Мустафаев, Л. В. Кирейчева, А. Т. Козыкеева, Л. К. Жусупова // *Агроэкология*. – 2015. – № 2(4). – С. 4–9.
2. Мустафаев Ж. С. Способ освоения засоленных земель (Патент РК, № 31836) [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Т. К. Карлыханов, Л. К. Жусупова // *Электронный бюллетень*, 2017. – № 3. – 3 с.

УДК 579.695; 546.85; 502.55; 661.63

УСТОЙЧИВОСТЬ К БЕЛОМУ ФОСФОРУ ШТАММОВ *ASPERGILLUS NIGER*

Миндубаев Антон Зуфарович, кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник, *Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, mindubaev@iopc.ru; mindubaev-az@yandex.ru*

Бабынин Эдуард Викторович, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики КФУ, *Институт фундаментальной медицины и биологии, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Университетская, д. 18, edward.b67@mail.ru*

Волошина Александра Дмитриевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, *заведующий лабораторией микробиологии ИОФХ имени А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Арбузова, д. 8, microbi@iopc.ru*

Минзанова Салима Тахиятулловна, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, *Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, minzanova@iopc.ru*

Миронова Любовь Геннадьевна, инженер-исследователь, *Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, mironova1963@gmail.com*

Бадеева Елена Казимировна, кандидат химических наук, научный сотрудник, *Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ybadeev.61@mail.ru*

Акосах Йав Абайе, аспирант кафедры микробиологии ИФМИБ КФУ, *Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, akosah2005@gmail.com*

Очень интересным и неожиданным результатом наших исследований стало появление мутантной культуры *Aspergillus niger* AM1, более интенсивно растущей в среде с белым фосфором по сравнению с предковым штаммом и обладающей необычной морфологией. Три штамма *A. niger*, полученные из Всероссийской коллекции микроорганизмов, так же продемонстрировали более высокую устойчивость к белому фосфору, чем бактерии. Но у штамма AM1 она была все равно выше. По предварительным данным, устойчивость к белому фосфору у *A. niger* закреплена в ге-

номе. Показано, что исключение из состава питательной среды с белым фосфором сульфата меди не отражается на росте грибов.

Ключевые слова: белый фосфор; минимальная ингибирующая концентрация; *Aspergillus niger* AM1; *Aspergillus niger* AM2.

RESISTANCE OF *ASPERGILLUS NIGER* STRAINS TO WHITE PHOSPHORUS

*Mindubaev A. Z., Babynin E. V., Voloshina A. D., Minzanova S. T.,
Mironova L. G., Badeeva E. K., Akosah Y. A.*

A very interesting and unexpected result of our studies was the emergence of a mutant culture (*Aspergillus niger* AM1), growing more intensively in a medium with white phosphorus than an ancestral strain, and possessing an unusual morphology. Three strains of *A. niger*, sent from the All-Russian collection of microorganisms, also showed a higher resistance to white phosphorus than bacteria. Nonetheless highest resistance was still seen the strain AM1. According to preliminary data, resistance to white phosphorus in *A. niger* is anchored in its genome. It is shown that exclusion of copper sulfate from the nutrient medium with white phosphorus does not affect the growth of fungi.

Key words: white phosphorus; minimal inhibitory concentration; *Aspergillus niger* AM1; *Aspergillus niger* AM2.

Выполненная нашим коллективом работа является первым задокументированным примером усвоения вещества первого класса опасности [5] – искусственного ксенобиотика белого фосфора – биосферой [4]. В данной работе представлено дальнейшее развитие исследований биодegradации [3] белого фосфора.

Пересев культуры *A. niger* AM1 произведен по стандартной схеме, в трех повторах. Обращает на себя внимание тот факт, что в одном повторе колония стала развиваться быстрее, чем в других, хотя условия были совершенно идентичны. Возможно, это следствие мутации, обеспечившей лучшую приспособленность к экстремальным условиям существования.

Для сравнения устойчивости к белому фосфору нескольких культур черного аспергилла, применялся наш штамм *Aspergillus niger* AM1, а также три штамма из Всероссийской коллекции микроорганизмов (ВКМ) при ИБФМ им. Г. К. Скрыбина: FW-650, FW-2664 и FW-2731, выделенные из арктических вечномерзлых грунтов (Таглу, Канада; многолетнемерзлые отложения, возраст 170 лет, глубина 20,50–20,55 м; Камчатка, Россия, пепел вулканический мерзлый, глубина 1,8–1,85 м; Камчатка, Россия), мерзлота, вулканический пепел, глубина 14,5 м, соответственно). Культуры высевались в планшеты Corning, скорость роста оценивалась микропланшетным ридером Infinite F200 Pro, Tecan (Австрия) по интенсивности поглощения света λ 550 нм. Максимальная концентрация белого фосфора достигала 1 %. Для сравнения высевались культуры бактерий *Achromobacter xylosoxidans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus firmus* и *Salmonella typhimurium*. Целью данных исследований являлось обнаружение минимальной ингибирующей концентрации (МИК) белого фосфора для перечисленных микроорганизмов.

Мы впервые провели дальнейшую модификацию среды Придхем-Готлиба, исключив из ее состава не только фосфат в качестве источника фосфора, но и сульфат меди. Поскольку P_4 реагирует с сульфатом меди, до последнего времени не был подтвержден факт биодegradации белого фосфора: его превращения можно было объяснить химической реакцией. Только исключив из состава $CuSO_4$, можно сделать заключение в пользу биодegradации белого фосфора.

Для установления природы устойчивости аспергилла к P_4 произведен посев в среду с фосфатом в качестве источника фосфора. Подросшую культуру снова пересеели в среду с 0,2 % белого фосфора. В качестве контроля посеяли также *A. niger* AM1, до этого росший в среде с белым фосфором.

Очень интересно спонтанное появление в среде с белым фосфором культуры *A. niger* AM1 с измененной морфологией и окраской, быстрее растущей в среде с исследуемым ксенобиотиком (рисунок 1). Возможно, это результат мутации и дальнейший этап адаптации

микроорганизма к среде, содержащей белый фосфор. Через 55 сут после посева лидирующая культура стала вырабатывать пигмент и приобретать насыщенную оранжевую окраску [1]. Колонии в остальных двух повторах растут медленнее и имеют гораздо более светлую окраску. Окрасилась не только колония, но и культуральная среда, т. е. пигмент хорошо растворим в воде. Примерно в это время мы дали этому аспергиллу неофициальное название «рыжий гриб».

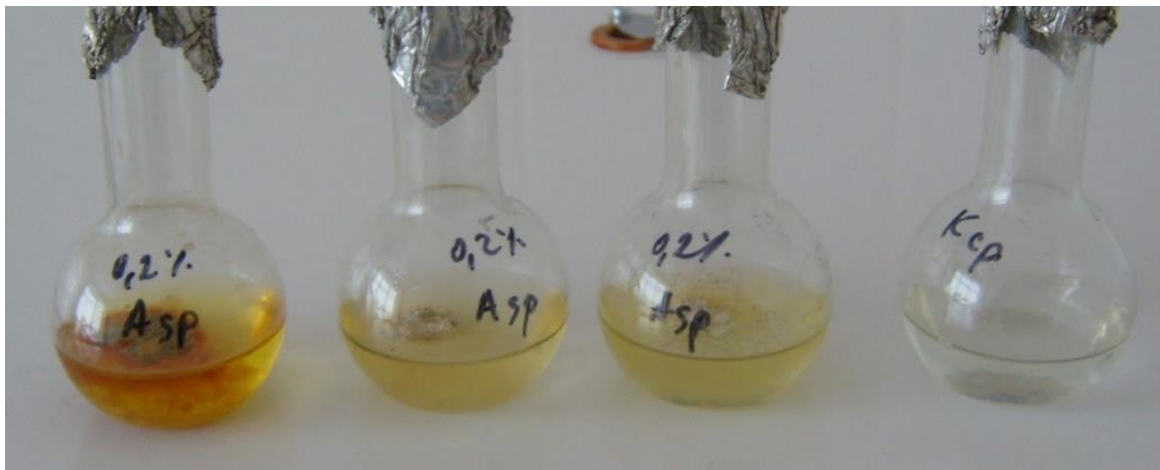


Рисунок 1 – Посев *A. niger* AM1. Крайняя справа колба - стерильная среда. Крайняя слева – культура аспергилла, отличающаяся от прочих усиленным ростом («рыжий гриб»). Обращает на себя внимание необычно яркая окраска этой культуры. Две колбы в центре – остальные повторы посева, растущие медленнее. Снимок сделан через 73 сут после посева.

Культура, судя по виду и окраске спор, безусловно, является черным аспергиллом, но морфология колонии необычная. Воздушный мицелий низкий, споры формируются почти на поверхности среды. В первые двое суток культура отличалась от предковой выделением в среду желтого пигмента, но после созревания спор становилась неотличимой – такой же черной. Эти признаки являются дополнительным свидетельством того, что в культуре произошла мутация. Детальное изучение морфологии этого аспергилла продемонстрировало его сходство с предковым AM1. А судя по тому, что «рыжий» гриб эффективнее набирал биомассу в среде с белым фосфором, эта мутация повышает его приспособленность к существованию в данной среде. Было принято решение назвать этот штамм *A. niger* AM2.

Оказалось, что все исследованные нами штаммы *A. niger* выдерживают концентрацию белого фосфора 1 %. МИК для них так и не была найдена. По-видимому, высокая устойчивость к белому фосфору – признак, характеризующий большинство черных аспергиллов. Тем не менее в широком диапазоне концентраций штамм AM1 рос быстрее, т.е. оказался намного более устойчивым (рисунок 2). Для бактерий МИК белого фосфора была найдена и составила для *A. xylosoxidans* 0,125, *B. firmus* 0,25, *P. aeruginosa* и *S. typhimurium* 0,5 %. Из этих результатов следует вывод о наличии у черных аспергиллов защитных механизмов, позволяющих им быть устойчивыми к токсичному загрязнителю окружающей среды белому фосфору. Эти механизмы отсутствуют у бактерий и наиболее выражены у штамма *A. niger* AM1.

Добавление в культуральную среду сульфата меди практически не влияет на характер роста грибов (рисунок 3). Этот факт является дополнительным аргументом в пользу того, что имеет место биodeградация белого фосфора, а не химическая нейтрализация ионами меди. Исключив из состава сред CuSO_4 и наблюдая за ростом микроорганизмов, мы получили более обоснованные доводы в пользу биodeградации белого фосфора.

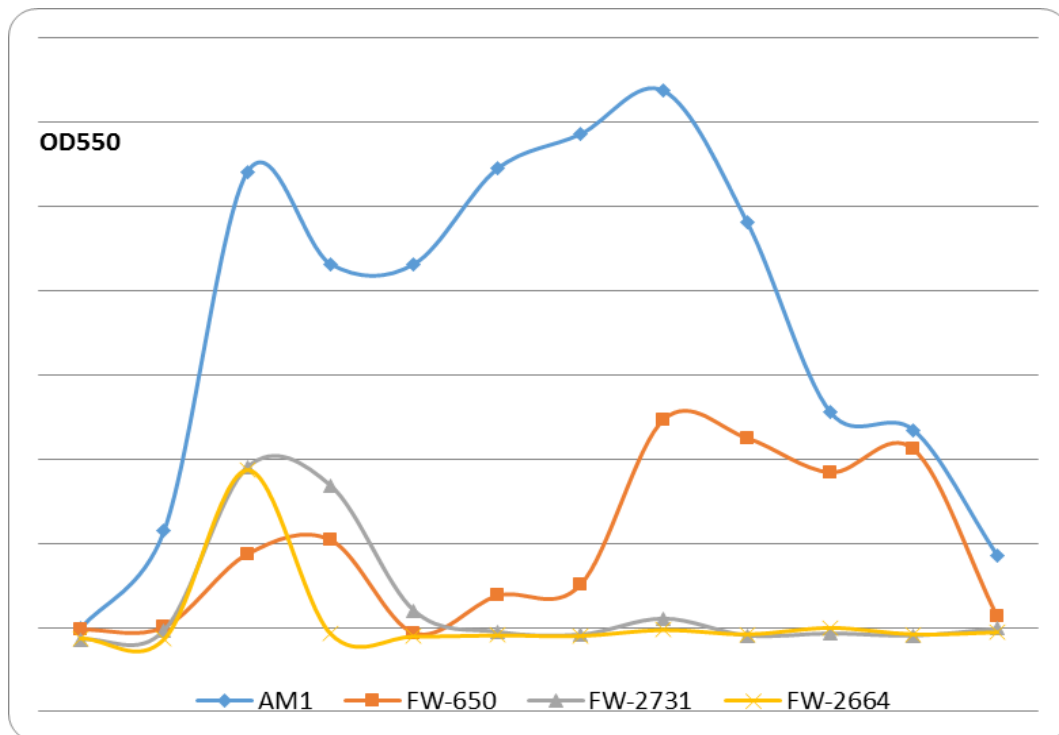


Рисунок 2 – Сравнение роста четырех штаммов *A. niger* в присутствии белого фосфора. На оси абсцисс указаны концентрации P_4 в %, на оси ординат оптическое поглощение при λ 550 нм. Заметно, что штамм AM1 намного более устойчив к белому фосфору по сравнению со штаммами из ВКМ.

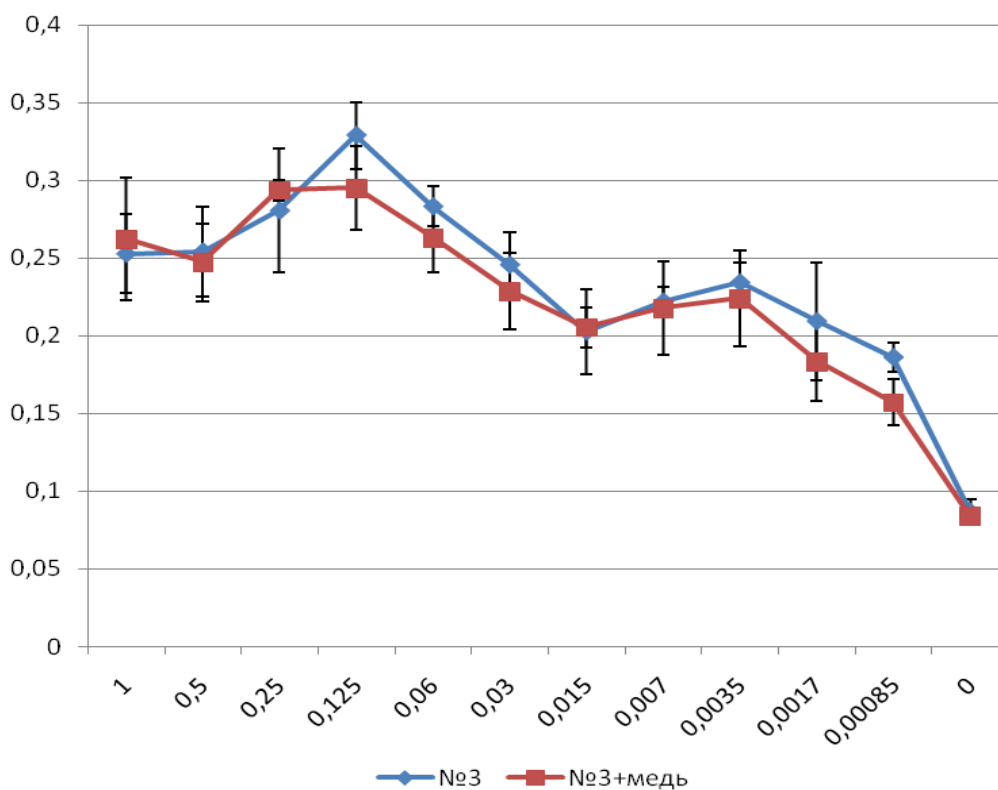


Рисунок 3 – Рост AM1 на пятые сутки после посева. Видно, что рост в варианте среды с медью и без меди практически одинаковый. Ось абсцисс – концентрация белого фосфора, %. Ось ординат – оптическое поглощение при λ 550 нм.

Ожидалось, что после роста в благоприятных условиях – в среде с фосфатом – *A. niger* AM1 мог утратить устойчивость к белому фосфору. В действительности, гриб, росший до пересева на фосфате, продолжал расти [2]. Из этого факта можно сделать вывод, что резистентность к белому фосфору у исследуемого нами штамма черного аспергилла закреплена в геноме, и является наследуемым признаком, передающимся в ряду поколений даже в отсутствие P₄.

Для штаммов *A. niger* AM1 и AM2 проведено описание морфологии [2].

Эта работа была выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 15-29-02629 офи_м и Фонда содействия инновациям, проект № С1-34299.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миндубаев А. З. Динамика превращений белого фосфора культурой черного аспергилла / А. З. Миндубаев, А. Д. Волошина, Х. Р. Хаяров [и др.] // Бутлеровские сообщения. – 2017. – Т. 51. – № 8. – С. 1–26.
2. Миндубаев А. З. Обезвреживание белого фосфора посредством микробиологического разложения / А. З. Миндубаев, А. Д. Волошина, Э. В. Бабынин [и др.] // Бутлеровские сообщения. – 2017. – Т. 52. – № 12. – С. 87–118.
3. Миндубаев А. З. Кто съел полиэтилен? / А. З. Миндубаев // Наука и жизнь. – 2018. – № 4. – С. 32–38.
4. Миндубаев А.З. Микробиологическая деградация белого фосфора / А. З. Миндубаев, А. Д. Волошина, Э. В. Бабынин [и др.] // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – № 1. – С. 33–37.
5. Миндубаев А. З. О генотоксичности белого фосфора / А. З. Миндубаев, Э. В. Бабынин, А. Д. Волошина [и др.] // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : Сб. тр. Междунар. науч. экол. конф., Краснодар, 27–29 марта 2018 г. – С. 292–295.

УДК 631.48.11

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ВЕЛИЧИНУ ВОДОПРОЧНЫХ АГРЕГАТОВ В ОРОШАЕМЫХ ЛУГОВО-ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПОД ОВОЩНЫМИ АГРОЦЕНОЗАМИ

Османов Рамин Исмаил оглы, диссертант, Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку, goshgarmm@mail.ru*

Мамедов Гошгар Магеррам оглы, доктор философии по аграрным наукам, доцент, Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку, goshgarmm@mail.ru*

Мамедбекова Земфира Бахрам кызы, доктор философии по аграрным наукам, доцент, Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку, goshgarmm@mail.ru*

Махмудова Эльнара Полад кызы, диссертант, Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана, *Азербайджан, г. Баку, goshgarmm@mail.ru*

Статья посвящена влиянию минеральных и органических удобрений, вносимых под овощные культуры, возделываемые на орошаемых аллювиальных лугово-лесных почвах, на величину водопрочных агрегатов. Проводимыми исследованиями установлен оптимальный вариант их внесения. Вариант с внесением 7 т/га биогумуса (вермикомпоста) характеризуется наибольшим содержанием водопрочных агрегатов.

Ключевые слова: водопрочные агрегаты, минеральные удобрения, органические удобрения, овощные культуры, биогумус (вермикомпост).

IMPACT OF THE MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS ON WATER-RESISTANT AGGREGATES IN THE IRRIGATIVE MEADOW- FOREST SOILS IN VEGETABLE AGROSENOSYS

Osmanov R. I., Mammadov G. M., Mammadbayova Z. B., Mahmudova E. P.

The article deals with an impact of the mineral organic fertilizers under vegetable on water-resistant aggregates in the irrigated alluvial-meadow-forest soils. It is shown that best version 7 t/ha vermicomposting is considered in water-resistant aggregates improvement in different fertilizer norms.

Key words: water-resistant aggregates, mineral fertilizers, organic fertilizers, vegetable, vermicompost.

Введение. Структура почв, являясь одной из важнейших её морфологических признаков для находящихся в ней живых организмов благоприятные условия, способствует, регулированию ее водного, воздушного и питательного режима. В связи, с этим при оценке почвенной структуры необходимо учитывать величину водопрочных агрегатов. На создание структуры почвы и величину ее водопрочных агрегатов оказывают влияние многие факторы. Здесь в первую очередь большую роль играют гранулометрический состав почвы и гумус, а также многолетние посадки. Из проводимых учеными многочисленных исследований известно, что только агрономически ценная структура создает необходимые условия для обеспечения растений питательными элементами, водой и воздухом. Поэтому изучением этих свойств почвы занимались многие исследователи в нашей Республике [3, 5, 7, 9]. Одной из основных задач земледелия является создание и сохранение в почве водопрочных агрегатов. В настоящее время в этом направлении проводятся определенные исследования, которые показали эффективность применения севооборота для создания водопрочных агрегатов.

В проводимых на Мугани исследованиях установлено, что на почвах, где применяли хлопково-люцерновый севооборот, величина водопрочных агрегатов в почвах под хлопчатником в зависимости от доз и соотношений, вносимых минеральных и органических удобрений колебалась в пределах 28,4–30,5 %, а под люцерной эти значения составили 39,7–63,4 %, на величину этих показателей оказывало также влияние количество и качество водопрочных агрегатов [7].

Было отмечено, что в формировании водопрочных агрегатов большая роль принадлежит минеральным и органическим удобрениям [7, 8, 9]. В связи с этим мы свои исследования проводили в этом направлении и рекомендовали схему опыта, состоящую из сочетания различных доз и соотношений минеральных и органических удобрений, применяемых под овощные культуры (томаты) и влияющих на величину водопрочных агрегатов. Объектом исследований служили расположенные в Губа-Хачмазской зоне в хозяйстве «Свободная новая деревня» орошаемые аллювиальные лугово-лесные почвы. Исследования проводились с использованием принятой в республике методике проведения полевых опытов.

Территория горной Губа-Хачмазской зоны Шабранского района Азербайджана расположена на северо-востоке горной зоны. Она характеризуется, наклонным рельефом, сложенным из склонов и широко распространенных каньонов подобных долин и наличием здесь древних и современных речных долин, а равнинная зона представляет собой слабо-наклонную равнину. Климат зоны в основном представлен сухим летом, умеренно теплым полупустынным и сухостепным типом. Среднегодовая температура воздуха составляет 12–13 °С, а среднегодовая температура поверхности почвы +12...+15°С. Годовое количество осадков составляет 300–600 мм. Осадки в основном выпадают осенью. Испаряемость растительного покрова с поверхности почвы составляет 600–800 мм. Общая годовая радиация равна 120–130 ккал/см², годовой радиационный баланс 40–50 ккал/см². Основной растительный покров территории горно-луговая, лесная и полупустынная растительность.

Большая роль в изучении почв исследуемой территории принадлежит многим исследователям [1,3,7,8]. Согласно их данным, здесь почвы расположены по вертикальной зональности в следующей последовательности: дерново-горно-луговые степные, горно-

луговые, бурые горно-луговые, коричневые горно-лесные, остепненные горно-коричневые, горные коричневые, горные серо-коричневые, горные каштановые и аллювиальные почвы.

Наши исследования проводились на аллювиальных почвах, в основном на орошаемых аллювиально-лугово-лесных почвах. Как известно, эти почвы развивались на пойменных террасах горных рек и на конусах выноса, в условиях впитывающего грунтовые воды пойменного режима. Аллювиальные лугово-лесные почвы сформировались в условиях, характеризующихся различными свойствами режима. Здесь, в условиях постоянно нарушаемого почвообразовательного процесса, в морфологических признаках и генетическом профиле отмечены резкие изменения [1, 8].

С учетом приведенных факторов мы изучали влияние различных доз минеральных и органических удобрений на структурно-агрегатный состав орошаемых аллювиально-лугово-лесных почв, занятых томатами (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние минеральных и органических удобрений на величину водопрочных агрегатов

Годовая норма внесения минеральных и органических удобрений в кг/га и т/га	Соотношение удобрений		Величина водопрочных агрегатов, мм						
	минеральных	органических	>7	7–5	5–3	3–1	1–0,25	>0,25	<0,25
Контроль (без удобрений)			6,1	10,7	13,6	15,2	7,6	53,2	46,8
N ₁₀₈ P ₉₀ K ₁₀₂ – (экв. 6 т биогумуса)	6	0	1,7	9,6	16,1	16,9	11,3	55,6	44,4
6 т/га биогумуса (вермикомпоста)	0	6	5,4	12,3	19,1	17,3	16,6	70,7	29,3
N ₅₄ P ₄₅ K ₅₁ – (экв. 3 т биогумуса)	3	3	3,7	10,0	15,4	14,7	14,3	58,1	41,9
N ₃₆ P ₃₀ K ₃₄ + 4 т/га биогумуса	2	4	2,1	13,2	21,8	15,4	11,9	64,4	35,6
N ₁₂₆ P ₁₀₅ K ₁₁₉ – (экв. 7 т биогумуса)	7	0	–	10,1	16,3	16,8	7,7	50,9	49,1
7 т/га биогумуса (вермикомпоста)	0	7	7,3	10,2	16,3	20,1	17,7	71,6	28,4
N ₆₃ P _{52,5} K _{59,5} +3,5 т/га биогумуса	3,5	3,5	–	14,8	15,6	22,9	7,5	60,8	39,2
N ₃₆ P ₃₀ K ₃₄ + 5,0 т/га биогумуса	2	5	4,1	12,9	13,2	22,5	13,5	66,2	33,8

Как видно из таблицы, на неудобренном контрольном варианте доля фракции водопрочных агрегатов (>0,25мм) составила 33,2 % из которых 6,1 % больше 7мм; 10,7 % – (7–5 мм, 13,6 % – 5–3, 15,2 %–3,1, а 7,6 % – 1–0,25 мм.

Анализ почвенных образцов почв, взятых на опытном участке, показал, что наибольшее количество водопрочных агрегатов было в варианте внесения 7 т/га биогумуса (вермикомпоста). Здесь величина водопрочных агрегатов составила во фракции >0,25мм 71,6 %, а частицы фракции 1–3мм составили 20,1 %, в основном сумма частицы с фракцией 0,25–7 мм составила 64,3 %, а частиц величиной >7 мм было очень мало – 7,3 %.

Наименьшее содержание водопрочных агрегатов отмечено в варианте N₁₂₆P₁₀₅K₁₁₉ (эквивалентное количеству 7 т биогумуса) – 50,9 %, а частиц фракции >7 мм здесь не отмечено, преобладает фракция 1–5 %. В остальных фракциях величина водопрочных агрегатов характеризовалась средними показателями 55,6–70,7 %.

Следовательно, можно сделать вывод, что можно считать вариант с применением 7 т/га биогумуса (вермикомпоста) наиболее продуктивен в улучшении величины водопрочных агрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаджиев Г. А. Климатические аспекты административных районов Азербайджанской ССР / Г. А. Гаджиев, В. А. Рагимов. – Баку. – 1977. – 269 с.
2. Гасанов В. Д. Мониторинг агрофизических свойств орошаемых почв Азербайджана / В. Д. Гасанов. – Баку. – 2013. – 230 с.
3. Качинский Н. А. Физика почв / Н. А. Качинский. – М., – 1965. – 314 с.
4. Кочарли С. А. Пути повышения плодородия. Экологические проблемы природы Азербайджана : Труды географического общества / С. А. Кочарли. – Баку, 2007. – С. 587–593.
5. Мамедов Г. Ш. Оценка почв северо-восточной земледельческой зоны Азербайджана / Г. Ш. Мамедов, В.А. Кулиев. – Баку, 2002. – 227 с.

6. Мамедов Р. Г. Структура почв Азербайджана ее восстановление / Р. Г. Мамедов. – Баку, 1961. – 56 с.
7. Мамедов Р. Г. Агрофизическая характеристика почв Приараксинской полосы / Р. Г. Мамедов. – Баку, 1970. – 321с.
8. Мирзоева С. Н. Структурный состав и изменение водопрочных агрегатов почв Южной Мугани / С. Н. Мирзоева, А. П. Герайзаде. – Аграрная Наука Азербайджана. – №1. – 2017. – Баку : «Элм». – С. 35–37.
9. Морфогенетический профиль почв Азербайджана. – Баку, 2004. – 202 с.

УДК: 581.132.633.11

ЭКОЛОГИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЯ

Партоев Курбонали, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт ботаники, физиологии и генетики растений, Академия наук Республики Таджикистан, **Таджикистан**, г. Душанбе, *pkurbonali@mail.ru*

Гулов Махмали Кодирович, кандидат биологических наук, доцент, Институт ботаники, физиологии и генетики растений, Академия наук Республики Таджикистан, **Таджикистан**, г. Душанбе, *pkurbonali@mail.ru*

Нихмонов Иматбек, научный соискатель, Институт ботаники, физиологии и генетики растений, Академия наук Республики Таджикистан, **Таджикистан**, г. Душанбе, *pkurbonali@mail.ru*

Каримов Изомиддин Исмоилович, научный соискатель, Институт ботаники, физиологии и генетики растений, Академия наук Республики Таджикистан, **Таджикистан**, г. Душанбе, *pkurbonali@mail.ru*

Выявлено, что наиболее оптимальными условиями для получения высокой урожайности картофеля до 25–29 т/га являются такие экологические факторы, как высота над уровнем моря (в пределах 2550–2700 м), количество осадков (в пределах 80–120 мм) и среднемесячная температура воздуха (в пределах 18–20 °С) во время вегетации.

Ключевые слова: картофель, экология, продуктивность, урожай, температура, осадки, вегетация, Таджикистан.

THE POTATO: ECOLOGY AND PRODUCTIVITY

Partoev K., Gulov M. K., Nihmonov I., Karimov I. I.

It is established that the optimal condition for reception of a high yield of a potato to 25–29 t/hectares are ecological factors, as: height above sea level within 2550–2700 m above sea level; an amount of precipitation within 80–120 mm and middle month air temperature in limits 18–20°C during the vegetative period samples of a potato.

Key words: potato, ecology, productivity, yield, temperature, samples, precipitation, sea level, vegetation, Tajikistan.

Согласно сообщениям ряда исследователей экологические условия местности возделывания сельскохозяйственных культур существенно влияют на рост, развитие и продукционный потенциал растений [1, 6]. Многие ученые сообщают об эффективности влияния агроклиматических условий на изменчивость количественных признаков а также продуктивности культур [3]. В работах авторов [4, 5] показано, что количественные признаки растений картофеля существенно различаются по относительной доли вклада в зависимости от генотипа/сорта, метеорологических условий зоны испытания, а также по изменчивости, обусловленной взаимодействием всех факторов. Эти вопросы в различных горных и долинных экосистемах нашей республики изучены крайне слабо. В связи с этим, целью данной работы заключалась в сравнительном изучении продуктивности коллекционных сортов-разцов картофеля в зависимости от вертикальной экологических зональности Таджикистана.

Для проведения исследований использовались элитные и сортовые семенные клубни (I–II семенной репродукции) различных сортообразцов картофеля (*Solanum tuberosum* L.), полученных нами в Институте ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан (ИБФ и ГР АН РТ). Экспериментальные работы по изучению адаптационной способности разных сортообразцов картофеля были проведены в различных почвенно-климатических условиях следующих зон возделывания над уровнем моря в Республике Таджикистан: Хуросонский район (550 м н. ур. м.), в город Душанбе (840 м н. ур. м.), Вахдатский район (Явроз, 1500 м н. ур. м. и Канаск, 2550 м н. ур. м.), Лахшский район (2700 м н. ур. м.), Шугнанский район (3600 м н. ур. м.) в течение 2015–2017 гг. Общее количество изученных сортообразцов картофеля в Хуросонском районе составило 8, в городе Душанбе – 21, в Вахдатском районе – 28, в Канаске – 19, в Лахшском районе – 20 и в Шугнанском районах – 10.

Сортообразцы картофеля выращивались на основе общепринятой агротехники для каждой зоны. Клубни картофеля в зависимости от высоты над уровнем моря высаживались в течение марта – мая по схеме 60 × 20 см. Во время вегетации сортообразцов картофеля проводили следующие агротехнические работы: внесение необходимых доз минеральных удобрений (N₁₂₀P₁₈₀K₉₀ кг/га), два раза междурядные обработки (вручную), два раза культивации междурядий, окучивание рядов и 5 вегетационных поливов. Стандартными сортами картофеля служили сорт Кардинал (селекция Голландии) и Файзабад (селекция Таджикистана). Во время вегетации картофеля были проведены следующие фенологические учёты и наблюдения за ростом и развитием растений: высота растений в разных фазах развития растений, количество листьев, количество клубней, количество стеблей, масса корней, масса клубней, общая биомасса растений. Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову [2] с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Экологические условия мест, где возделывались сортообразцы картофеля, различались по таким климатическим критериям, как среднемесячная температура воздуха и количество осадков (таблица).

Таблица – Климатические параметры и продуктивность сортообразцов картофеля в зависимости от вертикальной зональности

Местность	Высота, м	Температура воздуха, °С	Количество осадков, мм	Продуктивность, г/растение
Хуросон	550	25–27	30	280 ± 5,6
Душанбе	840	23–25	50	350 ± 5,9
Явроз	1500	21–23	70	400 ± 5,2
Канаск	2550	17–19	120	570 ± 4,6
Лахш	2700	19–21	80	500 ± 6,1
Шугнан	3600	15–17	50	310 ± 4,7
Среднее	1957	15,8–17,5	66,7	402
НСР ₀₅	–	–	–	50.0

Как видно из таблицы, во время вегетации картофеля по мере повышения высоты над уровнем моря от 550 до 2550 м наблюдается снижение среднемесячной температуры воздуха от 25–27° до 17–19 °С; а также увеличение количества осадков от 30 до 120 мм. Однако с повышением высоты над уровнем моря от 2700 до 3600 м наблюдается уменьшение средне-суточная температура воздуха от 19–21 до 15–17 °С и количество осадков от 80 до 50 мм соответственно. Таким образом, такие климатические параметры, как среднемесячная температура воздуха и количество осадков, во время вегетации сортообразцов картофеля меняются в зависимости от высоты над уровнем моря, и это существенно влияет на формирование его продуктивности.

Следует отметить, что продуктивность сортообразцов картофеля на высоте 550–2550 м над уровнем моря в среднем составляет 280–570 г/растение соответственно. Однако по мере повышения высоты от 2700 до 3600 м наблюдается снижение среднемесячной температуры воздуха от 19 до 15 °С, а также и уменьшение количество осадков от 80 до 50 мм, что вызывает снижение продуктивности сортообразцов картофеля от 500 до 310 г/растение.

Как показали результаты исследований, урожайность сортообразцов картофеля на высотах 550, 840, 1500 и 2550 м над уровнем моря составляет 14,0; 17,5; 20,0 и 28,5 т/га соответственно. Однако на высотах 2700 и 3600 м над уровнем моря урожайность сортообразцов картофеля уменьшается и составляет соответственно 25,0 и 15,5 т/га. Таким образом, почвенно-климатические условия в пределах высоты 550–2550 м способствуют плавному увеличению урожайности сортообразцов картофеля от 14,0 до 28,5 т/га, а на высотах 2700 и 3600 м над уровнем моря вызывают уменьшение урожайности картофеля с 25,5 до 15,0 т/га.

Поэтому, оптимальной зоной для выращивания высокого урожая картофеля считается горная зона Канаска, города Вахдат (Гиссарская долина Центрального Таджикистана) на высоте 2550 м над уровнем моря, где урожайность картофеля составила 28,5 т/га. Сравнительно низкий урожай картофеля 14,0 т/га получен в наиболее жарком климате Хуросонского района (Вахшская долина Хатлонской области Южного Таджикистана) на высоте 550 м над уровнем моря.

Количество осадков во время вегетации картофеля начиная с высоты 550 м (Хуросонский район) до высоты 2550 м над уровнем моря (зона Канаск) имеет тенденцию к увеличению от 30 до 120 мм. Однако на высотах 2700 и 3600 м над уровнем моря (Ляхшский и Шугнанский районы) прослеживается уменьшение количества осадков во время вегетации картофеля от 80 до 50 мм. Таким образом, проведенные опыты по изучению 106 сортообразцов картофеля в различных экологических условиях Республики Таджикистан показали, что такие климатические факторы, как высота над уровнем моря, количество выпадающих осадков и среднемесячная температура воздуха, во время вегетации растений играют важную роль в процессе формирования продукционного потенциала картофеля. Установлено, что наиболее оптимальными условиями для получения высокой урожайности картофеля (в пределах 25–29 т/га) являются такие факторы: высота над уровнем моря в пределах 2550–2700 м; количество осадков в пределах 80–120 мм и среднемесячная температура воздуха в пределах 18–20 °С во время вегетационного периода картофеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джонгиров Д. О. Биологические особенности диких видов, межвидовых гибридов и сортов картофеля в горных районах Западного Памира : Автореф. дис... к. б. н. / Д. О. Джонгиров – Душанбе, 1995. – 25 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 368 с.
3. Партоев К. Селекция и семеноводство картофеля в условиях Таджикистана / К. Партоев.– Душанбе, 2013. – 190 с.
4. Симаков Е. А. Генетические и методологические основы повышения эффективности селекционного процесса картофеля : Автореф. дисс... д. с.-х. н. / Е. А. Симаков– М., 2010. – 48 с.
5. Luthra S. K. Potato Breeding in India / Central Potato Research Institute / S. K. Luthra, B. P. Pandey, G. S. Singh [et al.]. – Shimla, 2006. – P. 3–71.
6. Gopal J. Flowering behavior, male sterility and berry setting in tetraploid *Solanum tuberosum* germplasm / J. Gopal. – Euphytica, 1994. – 72 : 133. – p. 142.

ОРИЕНТАЦИЯ НА «ЗЕЛЕНУЮ ЭКОНОМИКУ» И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦИКЛАХ

Бердзенишвили Ирина Гивиевна, кандидат технических наук, профессор, Грузинский технический университет, Грузия, Тбилиси, *i_berdzenishvili@gtu.ge*

Рассмотрена сущность концепции «зеленой экономики». Показано, что Грузия рассматривает данную модель как новый вектор устойчивого развития, приводящий к улучшению благосостояния людей и сохранены природных богатств страны. В работе рассмотрены серьезные проблемы, вызванные процессом накопления отходов в Грузии. В рамках метода RECP обоснована эффективность утилизации отходов в производственных циклах, в частности, в аграрном производстве и производстве стекломатериалов.

Ключевые слова: «зеленая экономика», отходы, утилизация, цикл, аграрное производство, стекломатериалы.

ORIENTATION TO THE "GREEN ECONOMY" AND EFFICIENCY OF WASTE UTILIZATION IN PRODUCTION CYCLES

Berdzenishvili I. G.

The essence of "green economy" concept is considered. It is shown that Georgia views this model as a new vector to sustainable development that results in improved human well-being and natural resources of the country. Serious problems associated with the accumulation process of waste in Georgia have been identified. In the framework of the RECP method, the efficiency of waste utilization in production cycles, in particular in agricultural production and production of glass materials is justified.

Keywords: "green economy", waste, utilization, cycle, agricultural production, glass materials.

В настоящее время правительство Грузии рассматривает «зеленую экономику» как новый вектор и как одно из основных средств будущего развития страны и выдвигает инициативу проведения добровольных мер с целью содействия устойчивому развитию.

В чем же сущность «зеленой экономики»?

На сегодняшний день единого универсального ее определения нет. В программе Организации Объединенных Наций по охране окружающей среды (UNEP) предложено определять «зеленую экономику» как инструмент, приводящий к повышению благосостояния людей и социального равенства и значительно снижающий неблагоприятное воздействие на окружающую среду и риски экологической деградации [3, 6].

Таким образом, «зеленая экономика» рассматривается как важный шаг к достижению устойчивого развития, о чем свидетельствует и проведенная в Тбилиси Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию конференция "Ресурсоэффективность и чистое производство (RECP) для улучшения предприятий, чистой окружающей среды и зеленой экономики". Представители Министерства экономики и устойчивого развития, Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов, а также делового сектора обсудили возможности для дальнейшего содействия RECP в Грузии [5].

Обеспечение устойчивого развития предполагает сбалансированное рассмотрение трёх аспектов – экономического, социального и экологического (рисунок).

В результате деятельности горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, процесс накопления отходов превратился в серьезные для Грузии проблемы (экономические, социальные и экологические):

- содержание рудных компонентов в отходах в результате их неполного извлечения;
- переход компонентов отходов в подвижные формы, что неизбежно связано с определённым ущербом окружающей природной среде и угрозой здоровью человека;
- значительные площади земель, отведенные для хранилищ отходов, а также затраты на их сооружение, эксплуатацию и др.;
- слаборазвитая система утилизации отходов.



Рисунок – RECP и его аспекты

Следуя мировым тенденциям и собственной стратегии в области решения проблемы утилизации вторичного и техногенного сырья, сокращения потребления материальных и энергетических ресурсов, в статье представлен современный подход, предусматривающий применение стратегии RECP в производственных циклах.

В Грузинском Техническом Университете проведены исследования по комплексному использованию отходов обогащения Чиатурских марганцевых руд. Установлено, что применение шламов и хвостов в аграрном производстве, как добавки к удобрениям, увеличивает урожайность некоторых сельскохозяйственных культур [4].

При рассмотрении и решении вопросов производства новых функциональных стекло-материалов особое внимание уделено разработке и реализации таких мероприятий и технологий, которые в современных условиях позволят снизить себестоимость выпуска товарной продукции и экологическую нагрузку на биосферу [1, 2].

Практически подтверждена целесообразность и эффективность использования бедных марганцем карбонатных руд в качестве сырья (30–35 мас. %) для синтеза стеклофритт нового следующего химического состава, мас. %: Σ ($\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$) 61,7–67,1; Σ ($\text{ZrO}_2 + \text{TiO}_2$) 3,5–6,8; Σ ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) 3,3–4,3; Σ RO 9–11,2; CO_2O_3 0,7–1,0; Σ R₂O 17,4–17,5 [1, 2]. Разработаны технологические рекомендации для производства на основе этих фритт по рациональному режиму 2C/1F (2 coat/1 fire) бесфтористых нематериалоемких защитных покрытий для стальных изделий.

Полученные данные отрывают перспективу более широкого вовлечения нетрадиционного минерального комплексного сырья в производственные циклы как в аграрном производстве, так и в производстве стекло-материалов и покрытий целевого назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абзалов А. А. Результаты исследований естественных и точных наук: междисциплинарный подход и сверхаддитивный эффект : монография / А. А. Абзалов, М. А. Асеева, И. Г. Бердзенишвили и др. / Под ред. В. В. Ерохина, Л. П. Тереховой, О. А. Подкопаева. – Самара : ООО НИЦ «Поволжская научная корпорация», 2018. – 261 с.
2. Бердзенишвили И. Г. Ресурсосберегающая технология производства новых неорганических материалов целевого назначения / И. Г. Бердзенишвили // Современные технологии и методы неорганического материаловедения : Сб. докл. II Междунар. конф. – Тбилиси, 20–24 апреля, 2015. – С. 245–249.
3. Рахметуллина Ш. Ж. «Зеленая экономика» как элемент устойчивого развития / Ш. Ж. Рахметуллина // Вестник КРСУ. – 2016. – Т. 16. – № 2. – С. 71–74.
4. Табатадзе Г. П. Рациональное комплексное использование минерального сырья в Грузии. Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр / Г. П. Табатадзе, Н. Ш. Хундадзе. – М. : РУДН, 2014. – С. 196–197.
5. <http://recpc.kpi.ua/ru/projects-ru/eap-green/events?start=33> Конференция в Тбилиси "Ресурсоэффективность и чистое производство (RECP) для улучшения предприятий, чистой окружающей среды и зеленой экономики".
6. <https://www.unenvironment.org/explore-topics/green-economy> Green economy.

МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ОПЫТНОГО УЧАСТКА (КАРАБАХСКАЯ СТЕПЬ)

Джалилова Лейла Зияфаддин кызы, кандидат философии по аграрным наукам, Институт Почвоведения и Агрохимии НАНА, Азербайджан, г. Баку, leylacelilova63@gmail.com

В статье дана обширная информация о Карабахской степи на Кура-Аразской низменности, которая является основной сельскохозяйственной зоной Азербайджана. Изучено мелиоративное состояние почв этой зоны. Было установлено, что одни почвы опытного участка незасоленные, другие слабо- и средnezасоленные. В то же время эти почвы слабо обеспечены гумусом.

Ключевые слова: мелиоративное состояние, засоление, гумус, гранулометрический состав, антропогенные факторы, продуктивность, деградация.

MELIORATIVE STATE OF SOILS IN THE EXPERIMENTAL AREA (GARABAGH STEPPE)

Jalilova L. Z.

Institute of Soil Science and Agrochemistry of ANAS

The extensive information about Garabagh steppe situated in the Kur-Araz lowland which is a main agricultural zone in Azerbaijan was given in the article, the meliorative state of this zone was studied. It was established that some soils of the experimental area are unsalinized, but the others are weak and mean salinized. At the same time these soils are weakly provided with humus.

Key words: meliorative state, salinization, humus, granulometric composition, anthropogenic factors, productivity, degradation

В настоящее время в Азербайджане на почвах, используемых в сельском хозяйстве, проводятся различные агротехнические и мелиоративные мероприятия с целью улучшения экологического состояния и получения высоких урожаев растений. Президентом Азербайджана И. Алиевым была утверждена «Государственная программа по надежному обеспечению населения продовольствием в Азербайджанской Республике на 2005–2015 годы», где наряду с другими мероприятиями было намечено улучшение использования земель и природных пастбищ, выявление засоленных, солонцеватых и подверженных деградации почв, а также повышение плодородия почв, что претворяется на практике. Однако, в последнее время ухудшение экологической обстановки привело к уменьшению площадей и эрозии почв, используемых в сельском хозяйстве [5]. Одновременно ухудшаются водно-физические свойства почв, деградировавших вследствие влияния природных и антропогенных факторов, в результате чего снижается урожайность сельскохозяйственных культур [2].

Объектом исследований были выбраны почвы опытного участка территории села Салманбейли Агджабединского района, расположенного в Карабахской степи. С целью изучения мелиоративного состояния земель были взяты почвенные образцы и проведены некоторые химические анализы по общепринятой методике [1].

Климат Карабахской степи, расположенной на Кура-Аразской низменности, относится к зоне сухих степей, и почвы здесь в основном используются под сельскохозяйственными культурами. Карабахская степь охватывает территорию площадью 324,7 тыс. га. В различные годы почвы степи были подробно изучены рядом исследователей (М. П. Бабаев, Г. М. Мамедов, К. З. Азизов и др.).

Климат Карабахской степи был впервые изучен И. В. Фигуровским [7], затем А. М. Шихлинским [8]. Минимальная среднемесячная температура здесь приходится на январь, а максимальная среднемесячная температура – на июль. Растительный покров развит очень слабо. Уровень и минерализация грунтовых вод различные, а состав в основном карбонатный, содово-карбонатный и сульфатный. В юго-восточной части степи часто встречаются карбонатные грунтовые воды.

В связи с тем, что на почвах Карабахской степи, используемых в сельском хозяйстве, неправильно проводились агротехнические и агро-мелиоративные мероприятия, эти почвы подверглись процессам засоления, солонцеватости и т. д., что явилось причиной ухудшения

их водно-физических свойств. Очень часто в Карабахской степи встречаются солонцеватые разновидности серо-луговых почв. Однако в степи встречаются также почвы с содово-сульфатной солонцеватостью, которые при высыхании уплотняются, на поверхности их образуется плотная корка и трещины, а во влажном состоянии они превращаются в бесструктурную массу и плохо пропускают воду. Исследования показывают, что на орошаемой территории степи, где не было искусственного дренажа, почва была подвержена более сильному засолению [3,4]. Как было указано выше, исследования проводились на орошаемых светлых серо-луговых почвах, принадлежащих муниципалитету села Салманбейли, расположенного в юго-западной части Агджабединского района. Опытный участок, охватывающий территорию в 2,4 га, используется под посевы пшеницы. Эти почвы по сравнению с другими подтипами относительно слабо обеспечены гумусом.

На этой территории из растительности распространено в основном разнотравье. Вследствие жаркого и засушливого климата эти растения подвержены высокой минерализации и поэтому в почве мало накапливаются органические остатки. Результаты анализов распространенных на этой территории светлых серо-луговых почв показали, что количество физической глины уменьшается по генетическим горизонтам от пахотного слоя вниз по направлению к нижним горизонтам. Песчаная фракция составляет меньшую часть. По гранулометрическому составу из фракций в разрезе № 1 преобладает средняя и мелкая пыль, а в разрезе № 2 преобладают крупные пылевые частицы (таблица 1).

Таблица 1 – Гранулометрический состав светлых серо-луговых почв (на абсолютно сухую почву, %)

№ раз-реза	Гори-зонты	Размеры частиц, мм						
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
Глинистые слабо-солонцеватые светлые серо-луговые почвы								
А-1	0–22							
	22–59	0,00	7,68	6,80	14,64	31,12	39,76	85,52
	59–91	0,09	3,99	8,08	9,44	48,80	29,60	87,84
	91–137	0,02	5,98	17,44	18,16	52,56	5,84	76,55
	137–200							
Тяжелосуглинистые средне-солонцеватые светлые серо-луговые почвы								
А-2	0–27							
	27–65	0,17	5,75	24,16	13,92	23,68	32,32	69,92
	65–97	0,38	12,50	28,80	14,00	21,60	22,72	58,32
	97–142	0,34	11,26	39,92	13,92	17,44	17,12	48,48
	142–195							

Для изучения количества солей на опытном участке в 0–150 см слое были взяты почвенные образцы (таблица 2). Как видно из таблицы, количество солей в почве (плотный остаток) к нижележащим горизонтам колеблется в пределах 0,517–0,080 %. Это указывает на то, что некоторые из этих почв незасоленные, другие слабо- и средне-засоленные. Ионы CO_3^{2-} здесь не встречались. Количество HCO_3^- в этих разрезах составило 0,019–0,036 %. Количество ионов Cl^- составило 0,003–0,028 % (таблица 2). Почвы опытного участка по гранулометрическому составу в основном глинистые, структура их комковатая и глыбистая. Наблюдается уменьшение количества гумуса вниз по генетическим горизонтам (0,85–1,96 %), что объясняется редким орошением и изменением генетических горизонтов. Содержание гумуса в этих почвах составляет 0,85–1,96 %. Количество общего азота в зависимости от количества гумуса в пахотном горизонте составляет 0,096–0,186 % и изменяется в подпахотном горизонте до 0,060–0,103 %. Карбонатность в пахотном горизонте составляет 5,80–8,39 %, в нижних горизонтах незначительно изменяется. Количество катионов кальция в почвенно-поглощенном комплексе составляет в пахотном горизонте 18,59–22,03 катионов магния 4,78–5,39 и катионов натрия 1,96–2,28 мг/экв. Для улучшения состояния этих почв рекомендуется проведение комплекса агрономелиоративных мероприятий [6].

Таблица 2 – Содержание солей в почвах опытного участка (2018 г.)

Номер разреза	Глубина, см	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Плотный остаток, %
А-6 N 39°59'51.61" С E 47°22'11.74" В	0-100	нет	0,45 0,027	0,30 0,011	0,168
	25-50	«___»	0,50 0,030	0,20 0,007	0,200
	50-75	«___»	0,50 0,030	0,20 0,007	0,160
	75-100	«___»	0,50 0,030	0,30 0,010	0,080
	100-150	«___»	0,60 0,036	0,20 0,007	0,120
А-7 N 39°58'54.14" С E 47°22'5.63" В	0-25	нет	0,40 0,024	0,80 0,028	0,255
	25-50	«___»	0,40 0,024	0,30 0,010	0,162
	50-75	«___»	0,50 0,030	0,20 0,007	0,107
	75-100	«___»	0,40 0,024	0,20 0,007	0,110
	100-150	«___»	0,60 0,036	0,10 0,003	0,150
А-8 N 39°58'56.58" С E 47°22'3.53" В	0-25	нет	0,40 0,024	0,80 0,028	0,190
	25-50	«___»	0,40 0,024	0,40 0,014	0,170
	50-75	«___»	0,50 0,030	0,30 0,010	0,022
	75-100	«___»	0,50 0,030	0,30 0,010	0,240
	100-150	«___»	0,60 0,036	0,20 0,007	0,305
А-9 N 39°58'59.42" С E 47°22'2.47" В	0-25	нет	0,50 0,030	0,30 0,010	0,405
	25-50	«___»	0,50 0,030	0,30 0,010	0,517
	50-75	«___»	0,40 0,024	0,40 0,014	0,310
	75-100	«___»	0,40 0,024	0,40 0,014	0,112
	100-150	«___»	0,50 0,030	0,20 0,007	0,095

Выводы:

1. Почвы опытного участка незасоленные, другие засолены в слабой и средней степени, а количество солей составило 0,517–1,080 %.

2. По гранулометрическому составу эти почвы глинистые и тяжелосуг-линистые. Количество гумуса в верхних горизонтах составляет 0,85–1,96 %, в нижних горизонтах 0,19–1,40 %, а количество азота соответственно колеблется в диапазоне 0,060–0,186 и 0,03–0,06 %, что указывает на то, что почвы опытного участка слабо обеспечены питательными элементами.

3. Для улучшения состояния этих почв считаем целесообразным проведение комплекса агрономелиоративных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 488 с

2. Азизов К. З. Водно-солевой баланс мелиорированных почво-грунтов Кура-Аразской низменности и анализ его научных результатов / К. З. Азизов. – Баку : Элм, 2006. – 258 с.
3. Джалилова Л. З. Некоторые показатели почв Кура-Аразской низменности / Л. З. Джалилова // Вестник Рязанского Государственного Агротехнологического Университета имени П. А. Костычева. – 2016.– № 3 (31). – С. 5–8.
4. Джалилова Л. З. Современное мелиоративное состояние почв Муганской степи Азербайджана / Л. З. Джалилова // Вестник Курганской ГСХА. – 2017. – С. 26–28.
5. Мамедов Г. Ш. Земельная реформа И. Алиева – основа социально-экономического развития регионов / Г. Ш. Мамедов. – Баку, 2008. – 227 с.
6. Мустафаев М. Г. Эффективность проводимых мелиоративных меро-приятий и их оценка / М. Г. Мустафаев // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий : межд. науч.-практ. конф. – Рязань. – изд-во РАГУ. – 2012. – С. 187–190.
7. Фигуровский И. В. Климатическое районирование Азербайджана / И. В. Фигуровский // Материалы по районированию Азерб. ССР. – Баку, 1936. – Вып. 4. – С. 3–17.
8. Шыхлинский Э. М. Климат Азербайджана / Э. М. Шыхлинский. – Баку : Изд. АН Азерб. ССР, 1968.– 343 с.

УДК 666.9 (047.31)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ПРИ ДОБЫЧЕ БАЗАЛЬТОВ

Босак Виктор Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Республика Беларусь, Горки, bosak1@tut.by

Стрельцова Галина Дмитриевна, кандидат геолого-минералогических наук, ГП «НПЦ по геологии», Республика Беларусь, Минск, gstrel@geology.org.by

Кузьменкова Оксана Федоровна, кандидат геолого-минералогических наук, ГП «НПЦ по геологии», Республика Беларусь, Минск, gstrel@geology.org.by

Сачивко Татьяна Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Республика Беларусь, Горки, bosak1@tut.by

Акулич Михаил Петрович, старший преподаватель, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Республика Беларусь, Горки, bosak1@tut.by

Приведены результаты исследований по изучению перспектив применения сапонитсодержащих базальтовых туфов. Сапонитсодержащие базальтовые туфы, учитывая их минеральный и химический состав, являются перспективным силикатным сырьем в промышленности, могут использоваться в качестве мелиоранта широкого спектра действия, природного сорбента тяжелых металлов и радионуклидов, для нейтрализации и обезжелезивания вод. В сельскохозяйственном производстве сапонитсодержащие базальтовые туфы рекомендуется применять в качестве магнийсодержащего мелиоранта в агробиоценозах.

Ключевые слова: сапонитсодержащие базальтовые туфы, магнийсодержащий агро-мелиорант, овощные культуры.

PERSPECTIVE OF USE OF THE ANCLOSING ROCKS IN THE PRODUCTION OF BASALTS

Bosak V. N., Streltsova G. D., Kusmenkova O. F., Sachyuka T. V., Akulich M. P.

The results of studies on the prospects of the use of saponite-containing basaltic tuffs are presented. Saponite-containing basaltic tuffs, given their mineralogical and chemical composition, are prospective silicate raw materials in industry. They also can be used as Mg-containing broad spectrum ameliorant in agrobiocenosis, natural sorbent of heavy metals and radionuclides as well as for neutralization and deferrization of water.

Key words: saponite-containing basaltic tuffs, Mg-containing broad-spectrum ameliorant, vegetable crops.

Утилизация сопутствующих материалов и отходов производства, в т. ч. при добыче полезных ископаемых, относится к важнейшим экологическим задачам. Вовлечение отходов от добычи полезных ископаемых и переработки в хозяйственный оборот напрямую связано также с экономическим аспектом.

В Республике Беларусь планируется добыча и переработка нового силикатного сырья – базальтов, промышленные залежи которых разведаны в юго-западной части страны. В геологическом разрезе им сопутствуют сапонитсодержащие базальтовые туфы и туффиты, а также глауконитсодержащие породы, которые также будут извлекаться и накапливаться при добыче базальтового сырья [2, 3, 7].

Сапонитсодержащие туффиты и туфы основного состава (базальтовые туфы) залегают среди потоков и покровов базальтов вендского (неопротерозойского) возраста (волынская серия, ратайчицкая свита) в юго-западной части Беларуси. Глубина залегания туфов варьирует от 40–150 м в Ивановском и Пинском районах до 150–300 м – в Волковысском, Дрогичинском и Малоритском районах и 600–1500 м – в Брестском и Кобринском районах. Основу сапонитсодержащих туфов составляет минерал сапонит $(Ca_{0,5}, Na)_{0,3}[(Mg, Fe)_3(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \times 4H_2O$ (англ. *saponite*) – глинистый минерал, слоистый силикат из группы монтмориллонита (сметитов).

В усредненных пробах, отобранных в Пинском, Ивановском и Малоритском районах Брестской области, содержание (%) MgO составило 6,53–9,87, K₂O – 0,79–3,46, N_{общ.} – 0,14–0,18, P₂O₅ – 0,22–0,24, Na₂O – 2,31–3,29, CaO – 0,04–1,94, FeO – 17,06–24,20, Al₂O₃ – 11,50–14,49, SiO₂ – 41,82–57,12. Наряду с макроэлементами в туфе обнаружены микроэлементы: содержание подвижных форм марганца в среднем составило (мг/кг) 162,39, кобальта – 4,45, цинка – 35,37, меди – 51,69.

Сапонитсодержащие базальтовые туфы, учитывая их минеральный и химический состав, являются перспективным силикатным сырьем в промышленности (производство портландцемента, керамических изделий, стекла и стеклокристаллических материалов, приготовление буровых промывочных жидкостей), а также могут использоваться в качестве мелиоранта широкого спектра действия в агробиоценозах, природного сорбента тяжелых металлов и радионуклидов, для нейтрализации и обезжелезивания вод [1–8].

В 2014–2018 гг. сотрудниками УО БГСХА, УО БГТУ и НППЦ по геологии проведена комплексная оценка применения сапонитсодержащих базальтовых туфов, разработаны технические условия (Туф базальтовый сапонитсодержащий измельченный: технические условия ТУ ВУ 192018546.015-2017), получен патент на изобретение № 21734 «Способ увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур», мелиорант внесен в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, начаты исследования по изучению глауконитсодержащих пород [1–7]. Исходя из содержания элементов питания в сапонитсодержащих базальтовых туфах, в сельском хозяйстве наиболее перспективно их применять в качестве магнийсодержащего агромелиоранта при возделывании овощных культур.

Исследования по изучению эффективности применения сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании овощных культур проводили на протяжении 2014–2018 гг. в полевых опытах на дерново-подзолистой супесчаной и суглинистой почвах со средним содержанием обменного магния. Схема опытов предусматривала контрольный вариант без применения удобрений, варианты с внесением в предпосевную культивацию полного минерального удобрения NPK и различных доз сапонитсодержащих базальтовых туфов (дозы были рассчитаны по магнию – Mg_{20–80}). Исследуемые культуры – фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.) сорта Чыжовенка, базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) сорта Магия, пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) сорта Росквіт, укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.) сорта Грибовский.

Цель исследования – изучить возможность использования сапонитсодержащих базальтовых туфов в качестве магнийсодержащего агромелиоранта при возделывании различных видов овощных культур.

Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов в среднем за годы исследований увеличило урожайность (кг/м²) бобов фасоли овощной в фазу технологической спелости на 0,14–0,16, зеленой массы базилика обыкновенного – на 0,16–0,22², зеленой массы пажитника голубого – на 0,18–0,21, зеленой массы укропа пахучего – на 0,23–0,25 кг/м². Наиболь-

шая агрономическая эффективность в исследованиях с фасолью овощной и пажитником голубым получена в вариантах с внесением Mg₄₀ на фоне NPK (урожайность товарной продукции составила соответственно 2,65 и 1,54 кг/м²), базилика обыкновенного и укропа пахучего – в вариантах с внесением Mg₂₀ на фоне NPK (урожайность соответственно 2,45 и 1,41 кг/м²).

Таким образом, одним из перспективных направлений утилизации сапонитсодержащих базальтовых туфов является их применение в агробиоценозах в качестве магнийсодержащего агромелиоранта при возделывании овощных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак В. Н. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании зерновых и зернобобовых культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // *Агрохимия*. – 2017. – № 9. – С. 58–62.
2. Геохимический состав сапонитсодержащих базальтовых туфов / Г. Д. Стрельцова, О. Ф. Кузьменкова, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // *Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование*. – Минск : БГУ, 2018. – С. 326–329.
3. Глауконитсодержащие породы поискового участка Пинский (Беларусь) / О. Ф. Кузьменкова [и др.] // *Геология и минерально-сырьевые ресурсы запада Восточно-Европейской платформы: проблемы изучения и рационального использования*. – Минск : СтройМедиаПроект, 2017. – С. 172–176.
4. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2018. – Режим доступа: <http://www.ggiskzr.by>. – Дата доступа 04.01.2019.
5. Способ увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур: патент на изобретение № 21734 / В. Н. Босак, Г. Д. Стрельцова, О. Ф. Кузьменкова, Т. В. Сачивко // *Афіцыйны бюлетэнь: вынаходствы, карысныя мадэлі, прамысловыя ўзоры, тапалогіі інтэгральных мікрасхем*. – 2018. – № 2. – С. 98–99.
6. Туф базальтовый сапонитсодержащий измельченный: технические условия ТУ ВУ 192018546.015-2017; введ. 16.02.2017 / Г. Д. Стрельцова, О. Ф. Кузьменкова, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2017. – 12 с.
7. Туфы основного состава вендской трапповой формации Беларуси – новое многофункциональное силикатное сырье / Г. Д. Стрельцова [и др.] // *Актуальные проблемы геологии, геохимии и геофизики*. – Минск : НППЦ по геологии, 2016. – С. 77–79.
8. Numitor, G. Saponite / G. Numitor. – Fly Press, 2012. – 60 p.

УДК 504.054; 504.064.45

СНИЖЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ БУРОВЫХ ШЛАМОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Пугин Константин Георгиевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова», *Россия*, г. Пермь, 123zzz@rambler.ru

Власов Антон Сергеевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», *Россия*, г. Пермь, anton-vlasov@inbox.ru

Отражено негативное воздействие на объекты окружающей среды в результате взаимодействия бурового шлама с геосферными оболочками Земли. Представлен способ минимизации негативного воздействия от буровых шламов. Приведены результаты лабораторных исследований образцов буровых шламов. На основе проведенных исследований получены данные о возможности использования бурового шлама как ресурсный потенциал в дорожном строительстве для устройства дорожного покрытия.

Ключевые слова: буровой шлам, негативное воздействие, окружающая среда, утилизация, асфальтобетон, минеральный порошок, дорожное покрытие.

THE DECREASE IN TECHNOGENIC LOAD ON THE ENVIRONMENT GENERATED DRILL CUTTINGS

Pugin K. G., Vlasov A. S.

Reflected the negative impact on the environment from the interaction of drill cuttings with geospheric shells of the Earth. A method for minimizing the negative impact of drill cuttings is presented. The results of laboratory experiments on samples of drill cuttings are given. On the basis of the conducted research, data were obtained on the possibility of using drill cuttings in the technology of using the resource potential in road construction for road paving.

Key words: drill cuttings, negative impact, environment, utilization, minimization, asphalt concrete, mineral powder, road surface.

Отходы различных производств при длительном размещении создают техногенную нагрузку на объекты окружающей среды. Совершенствование технологических процессов получения целевых продуктов и методологии обращения с отходами позволяет снизить их негативное воздействие [3, 4]. В первую очередь это достигается за счет уменьшения объема образования отходов и использования ресурсного потенциала отходов в технологии получения востребованных на рынке материалов. Проведенные ранее исследования показывают, что отходы различных производств по своим физико-механическим свойствам не уступают природным сырьевым материалам [5, 6].

Одним из недооцененных по ресурсному потенциалу отходом является буровой шлам. Буровой шлам представляет собой водную суспензию, твердая часть которой состоит из продуктов разрушения горных пород забоя и стенок скважины, продуктов истирания бурового снаряжения и обсадных труб, глинистых минералов (при промывке глинистым раствором). Он образуется при бурении скважин и при этом является источником значительного загрязнения окружающей среды [7]. Ежегодно образуется около 300 тыс. т такого отхода. В России накоплено более 95 млн т бурового шлама [1].

Минералогический состав бурового шлама зависит от литологического состава разбуриваемых пород и изменяется по мере углубления скважины и места добычи полезных ископаемых. Гранулометрический состав бурового шлама определяется типом и диаметром породоразрушающего инструмента, механическими свойствами породы, свойствами промывочной жидкости. В общий состав бурового шлама входят компоненты (%): вода – 25; выбуренная порода – 60; хлориды – до 0,5; тяжелые металлы – 6; реагенты бурового раствора – 8; прочие соединения – 0,5.

Опасность представляют токсичные вещества, добавляемые в буровой раствор в виде разных химических реагентов. Реагенты нужны, чтобы понизить водоотдачу пласта, снизить вязкость раствора. Таким образом, буровые шламы оказывают комплексное негативное влияние на человека и природные экосистемы, связанное по большей мере с их токсичностью.

Хранение буровых шламов осуществляется амбарным или безамбарным методом [2]. Для их размещения изымаются земельные участки, при этом уничтожается флора и фауна вокруг хранилищ. При нарушении гидроизоляции шламового амбара снижается продуктивность почвенного покрова, происходит загрязнение подземных вод. Токсины, которые содержатся в шламах, смываются в грунт атмосферными осадками и затем подземными водами выносятся в реки. Вследствие этого происходит угнетение и подавление органической жизни, изменение состава биоценозов.

Загрязнение атмосферы состоит в том, что под воздействием прямых солнечных лучей происходит интенсивное испарение легких фракций углеводородов.

Воздействие на почву, растительный и животный мир заключается в основном в загрязнении нефтепродуктами. Нарушается воздушный режим и водные свойства почв. Происходит снижение численности целлюлозоразлагающих микроорганизмов, усваивающих соединения азота. Происходит угнетение окислительно-восстановительных ферментативных процессов, что снижает плодородие почв и биологическую активность.

Один из путей снижения воздействия – использование отходов в качестве ресурсного потенциала в дорожном строительстве. В связи с этим были проведены экспериментальные исследования по использованию бурового шлама в виде минерального порошка для устройства дорожного покрытия. Были использованы образцы буровых шламов одного из месторождений Западной Сибири.

Согласно ГОСТ Р 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей», гранулометрический анализ состава показал, что образцы принадлежат классу МП-2 – порошки из некарбонатных горных пород, твердых и порошковых отходов промышленного производства.

Далее было проведено исследование по ГОСТ 9128-2013 «Смеси асфальтобетонные, полимер-асфальтобетонные, асфальтобетон, полимер-асфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия». Было найдено оптимальное процентное содержание в составе асфальтобетона минерального порошка из исследуемого бурового шлама.

Были сформованы образцы асфальтобетонной смеси с образцами бурового шлама в качестве минерального порошка, со следующего компонентного состава (%): песок – 12; щебень – 46; отсев дробления – 38; исследуемые образцы бурового шлама – 4; битум – 5,3.

Полученная асфальтобетонная смесь относится к типу Б, II марки, плотная. В ходе исследований были определены физико-механические свойства асфальтобетона: предел прочности на сжатие, при температуре 50 и 20 °С, который равняется 1,02 и 2,59 МПа соответственно; коэффициент водостойкости составляет 0,96; остаточная пористость составляет 3,2 %; пористость минеральной части асфальтобетонов из горячих смесей равна 15 %.

По результатам исследования асфальтобетонный образец соответствует требованиям ГОСТ 9128-2013. Использование ресурсного потенциала отходов производства позволяет не только снизить негативное воздействие на объекты окружающей среды и человека, а также получить дополнительную экономическую выгоду за счет снижения экологических платежей и замещения природного сырья вторичным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьева В. А. Буровой шлам в производстве изделий строительной керамики / В. А. Гурьева // Строительные материалы. – № 4. – 2015. – С. 75–77.
2. Пичугин Е. А. Оценка воздействия бурового шлама на окружающую природную среду / Е. А. Пичугин // Молодой ученый. – 2013. – № 9. – С. 122–123.
3. Пугин К. Г. Использование отходов металлургии в асфальтобетонах / К. Г. Пугин // Строительные материалы. – 2011. – № 10. – С. 26–30.
4. Пугин К. Г. Использование отходов предприятий химической и металлургической отрасли для изготовления асфальтобетонных дорожных покрытий / К. Г. Пугин, Е. В. Калинина // Экология и промышленность России. – 2011. – № 10. – С. 28–30.
5. Пугин К. Г. Разработка асфальтобетонной смеси с использованием отходов производства / К. Г. Пугин, В. С. Юшков // Вестник МГСУ. – 2014. – № 6. – С. 99–104.
6. Пугин К. Г. Отходы металлургических предприятий для создания цветного асфальтобетона / К. Г. Пугин, В. С. Юшков // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 5. – С. 4–7.
7. Хаустов А. П. Охрана окружающей среды при добыче нефти / А. П. Хаустов, М. М. Редина. – М. : Дело, 2006. – 552 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВА ОТХОДОВ В ТУРИСТИЧЕСКИХ ДЕСТИНАЦИЯХ

Коробейникова Ярослава Степановна, кандидат геологических наук, доцент кафедры туризма Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа, Украина, г. Ивано-Франковск, *yaroslava.korob@gmail.com*

Юрас Юлия Игоревна, ассистент кафедры туризма Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа, Украина, г. Ивано-Франковск, *iuliia.murava@ukr.net*

Идентифицирована экологическая проблема увеличения количества отходов в туристических дестинациях в связи с ростом туристических потоков на примере Ивано-Франковской области Украины. Авторами разработана методика количественной оценки твердых бытовых отходов на территориях туристических дестинаций, которая позволит разработать эффективные системы управления отходами на этих территориях.

Ключевые слова: туристическая дестинация, система управления отходами, отходы туристических дестинаций, туристы.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF THE AMOUNT OF WASTE IN TOURIST DESTINATIONS

Korobeinykova Ya. S., Iuras Iu. I.

The ecological problem of the rapidly increasing amount of waste in the tourist destinations due to the growth of tourist flows on the example of the Ivano-Frankivsk region of Ukraine has been identified. The authors have developed a methodology for the quantitative assessment of municipal solid waste in the territories of tourist destinations, which will allow to develop effective waste management systems in these territories.

Keywords: tourist destination, waste management system, waste of the tourist destinations, tourists.

Актуальность исследований. Опыт развития туризма в европейских странах после второй мировой войны показал, что пренебрежение экологическими аспектами развития отрасли туризма ставит под угрозу жизнь и здоровье туристов и местных жителей, разрушает среду туристической деятельности, а следовательно, уменьшает поступления от туристической отрасли в бюджеты стран. Актуальной остается научная проблема практической реализации обеспечения экологической безопасности на территориях туристических дестинаций. Научные публикации по данной тематике в Украине имеют общетеоретический описательный характер. Количественная оценка источников и последствий экологического воздействия на окружающую среду туристических дестинаций в Украине не производится. Между тем решение экологических проблем должно иметь конкретный, локальный уровень решения и должно начинаться с исследований источников воздействия на окружающую среду и его масштабов.

Ивано-Франковская область является одним из наиболее популярных туристических регионов Украины, входит в число лидеров по количеству туристических прибытий. Как известно, увеличение туристических потоков и быстрое развитие туристической инфраструктуры приводят к негативным последствиям для окружающей среды. Наиболее существенным негативным последствием является увеличение объемов отходов в туристической дестинации и отсутствие сбалансированных методов управления ими. Однако проблема отходов туристической отрасли вообще не идентифицируется в научных исследованиях.

Цель исследований – на основе идентификации отходов туристической отрасли разработать методику оценки количества отходов, генерируемых туристами в пределах туристических дестинаций.

Твердые бытовые отходы туристических дестинаций мы рассматриваем как отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности и обслуживания туристов и экскурсантов, местного населения. Эти отходы выбрасывают как нежелательные или бесполезные, и они накапливаются в пределах территорий их обитания (туристической дестинации) или подде-

жат вывозу за их пределы. Неэффективное обращения с отходами может привести к снижению привлекательности туристической дестинации.

Проблемами отходов в соответствии со сферами их образования и полигонов твердых бытовых отходов занимались такие украинские исследователи как М. М. Орфанова [5], Т. П. Шанина, А. Р. Губанова, В. Петрук [6, 7], М. С. Мальованый, М. Б. Корбут [1, 3], Т. Н. Пушкарева-Бездиль [4] и др. Однако, практически не исследованными остаются проблемы обращения с отходами в пределах туристических дестинаций. Мировое научное сообщество в настоящее время активно исследует эту проблематику, например, исследования осуществлялись в рамках программы ООН по окружающей среде (UNEP), а также такими авторами, как А. Голден, Г. Радван, Ш. Наир, К. Якумар и др. [8–11], но и в этих исследованиях вопросы практической реализации элементов экологической безопасного обращения с отходами рассматривали обзорно. Согласно рамочной директиве 2008/98 / ЕС Европейского Парламента и Совета от 19 ноября 2008 г. и проекта ЕС «Управление отходами и ресурсами» Украине необходимо перейти на новую концептуальную основу, в рамках которой нужно внедрять новые эффективные методы обращения с отходами, уменьшать объем захоронения отходов и т. п.

Регион Украинских Карпат стал мощным центром туризма, несмотря на значительный экономический спад в последние годы в связи с политической и экономической ситуацией в Украине. Так, в 2015 г. Ивано-Франковскую область посетило около 1,8 млн туристов, в 2017 г. – более 2,2 млн чел. (по данным областного управления по туризму), и эти цифры продолжают расти. Так как в области практически каждый год росло число туристов и экскурсантов (рисунок), можно утверждать, что количество отходов от туризматакже возрастала. Кроме того, в области преобладает въездной туризм, что свидетельствует о том, что область является популярной туристической дестинацией, что соответственно, приводит к увеличению объема твердых бытовых отходов.

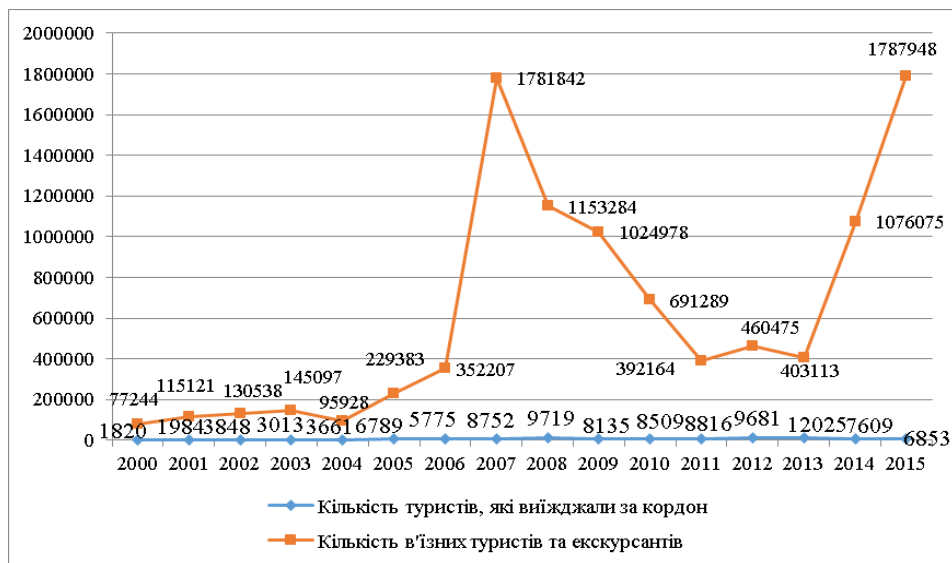


Рисунок – Динамика туристических потоков в Ивано-Франковской области

В области также четко прослеживается неравномерное распределение туристических потоков во времени. «Пиковыми» месяцами для Ивано-Франковской области являются декабрь, январь и период с июня по октябрь – именно тогда область посетило 80 % всего годового турпотока. Кроме того, анализ количества туристов и экскурсантов в течение 2015–2016 гг. по районам указывает на Яремчанский городской совет как самую популярную туристическую дестинацию. Другими популярными среди туристов районами являются Галицкий, Коломыйский, Долинский, Косовский и Ивано-Франковский, но показатели туристических потоков в Яремчанском городском совете почти в 10 раз больше [2]. Более того, при численности населения 23150 чел. в течение 2016 г. эту туристическую дестинацию по-

сетили 1623200 туристів і екскурсантів; даже в найменше популярний місяць март її посетили около 30000 туристів і екскурсантів, що перевищує чисельність населення.

Таким образом, количество туристов в самые популярные сезоны может превышать количество населения, и неравномерность распределения туристических потоков как во времени, так и в пространстве вызывает необходимость определения количества отходов с учетом численности туристов в туристической дестинации. По данным Всемирной туристической организации, каждый турист в Европе создает минимум 1 кг твердых отходов в день. Для расчета потенциального объема твердых отходов, сгенерированного туристами и экскурсантами, разработана методика и компьютерная программа для определения объема потенциальных твердых отходов от туристической отрасли.

$$W = (N_t \times D_t + N_e \times D_e) \times K_w,$$

где W – потенциальное количество образованных туристами и экскурсантами твердых отходов за определенный период времени, кг;

N_t – количество туристов, чел.;

D_t – средняя продолжительность пребывания туристов, сут.;

N_e – количество экскурсантов, чел.;

D_e – средняя продолжительность пребывания экскурсантов, сут.;

K_w – среднее количество образованных туристами и экскурсантами отходов в день.

Таким образом, проблемы накопления и управления твердыми бытовыми отходами в пределах туристических дестинаций являются одними из основных неисследованных и нерешенных экологических проблем в туристско-рекреационной сфере Украины. Разработанная методика оценки количества отходов, генерируемых туристами в пределах туристических дестинаций, позволит разработать эффективные системы управления отходами на этих территориях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналіз екологічної небезпеки існуючих сміттєзвалищ та стратегія її мінімізації (на прикладі Грибовицького сміттєзвалища) / М. Мальований, В. Слюсар, А. Серета, [та ін.]. // *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Наук. журн. Івано-Франків. нац. техн. ун-ту нафти і газу.* – Івано-Франківськ, 2017. – Вип. 1 (15). – С. 5–11.

2. Івано-Франківська область. Статистичний бюлетень (2016 р.). Режим доступу: www.ifstat.gov.ua

3. Корбут М. Б. Забезпечення екологічної безпеки звалищ твердих побутових відходів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 21.06.01 «Екологічна безпека» / Корбут М. Б. – Кременчук : Кременчуц. нац. ун-т ім. М. Остроградського, 2015. – 22 с.

4. Пушкарьова-Безділь Т. М. Проблема поширення територій несанкціонованих звалищ твердих побутових відходів на землі природно-заповідного фонду України // *Науковий вісник національного лісотехнічного університету України: Актуальні проблеми лісового та садово-паркового господарства.* – Львів: РВВ НЛТУ України, 2013. – Вип. 23.6. – С. 313–317.

5. Орфанова М. М. Проблеми сфери поводження з відходами нафтогазового комплексу / М. М. Орфанова // *Екологія навколишнього середовища і безпека життєдіяльності.* – 2007. – № 4. – С. 58–60.

6. Управління і поводження з відходами. Частина 1: Підручник / Т. П. Шаніна, О. Р. Губанова, М. О. Клименко, [та ін.] / За ред. проф. Т. А. Сафранова, проф. М. О. Клименка. – Одеса, 2012. – 270 с.

7. Управління і поводження з відходами. Ч. 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / В. Г. Петрук, І. В. Васильківський, С. М. Кватернюк, [и др.] Вінниця : ВНТУ, 2015. – 100 с.

8. Holden A. *Environment and Tourism* / Holden A. – New York: Routledge, 2006. – 287 p.

9. Manual for Water and Waste Management. Retrieved from: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/WEBx0015xPA-WaterWaste.pdf>

10. Nair, Shibu K. & Jayakumar, C. (2008). A Handbook on Waste Management in Rural Tourism Areas. Retrieved from: <http://www.pgsi.org/pdf/Handbook-on-Zero-Waste-UNDP-82672211.pdf>

11. Radwan, Hatem R.I., Jones, Eleri & Minoli, Dino (2010). Managing solid waste in small hotels // *Journal of Sustainable Tourism*, 18 (2). – P. 175–190.

УДК 628.477

ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ МУСОРА В РОССИЙСКИХ РЕГИОНАХ (НА ПРИМЕРЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Храмцов Александр Борисович, кандидат исторических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», *Россия*, г. Тюмень, khramtsov_ab@bk.ru

Минваева Маргарита Сергеевна, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», *Россия*, г. Тюмень, mmargaritas@mail.ru

Рассмотрена проблема утилизации мусора в российских регионах (на примере Тюменской области), его пагубного воздействия на природу и человека, а также вклад тюменских властей в развитие индустрии по сортировке мусора и сохранению окружающей среды.

Ключевые слова: переработка мусора, мусоросортировочный завод, утилизация мусора, ТБО, ТКО, вторсырье.

THE PROBLEM OF WASTE UTILIZATION IN RUSSIAN REGIONS (ON THE EXAMPLE OF THE TYUMEN REGION)

Khramtsov A. B., Minvaeva M.

Problem of waste utilization in Russian regions (on example of Tyumen region), its harmful effects on nature and man, as well as the contribution of the Tyumen authorities to the development of the industry for sorting waste and preserving the environment were considered.

Key words: waste recycling, waste sorting plant, waste utilization, MSW, solid waste, secondary raw materials.

Проблема утилизации мусора – это одна из серьезнейших экологических проблем во всем мире, в том числе и для России [6]. Каждый день в мире появляется более 4 млн т нового мусора, и с течением времени данный показатель непрерывно растет примерно на 3–10 % в год в зависимости от страны [7]. По данным ассоциации «Чистая страна», в нашей стране каждый житель ежегодно производит 400–500 кг бытовых отходов, что в 2–2,5 раза больше, чем было в СССР [2]. Необходимость усиления надзора над процессом утилизации и разработки новых методов переработки, захоронения и очистки отходов обусловлена возможностью предотвращения многих экологических катастроф и сохранения планеты в пригодном состоянии для потомков. Для избавления от мусора существуют различные способы, и все они по-разному влияют на экологию: захоронение, сжигание, компостирование или переработка вторичного сырья [5].

Захоронение – это один из самых дешевых, но в то же время опасных для экологии способов. Однако при использовании данного метода требуется большая территория, которая в последующем будет непригодна ни для жизни, ни для любой другой деятельности. Захоронение можно производить на специально оборудованном полигоне, где отходы обезвреживаются и захораниваются [6].

Следующий способ – это сжигание. Как известно, при сжигании отходов на мусоросжигательных заводах вырабатываются различные шлаки, диоксины и другие токсичные вещества [1]. Они пагубно влияют как на окружающую среду, так и на организм человека. Большинство из них не выводятся из организма, вызывая опасные заболевания как при жизни, так и у последующих поколений. Для того чтобы минимизировать вред, необходима правильная система очистки топочных газов при сжигании, однако данный процесс затруд-

нителен из-за диоксинов. Однако система разделения мусорных отходов перед снижением является значительным вкладом в сохранение окружающей среды. Пиролиз – это один из способов сжигания бытовых отходов без воздействия кислорода, при котором мусор разлагается. С помощью этого способа можно получить выгоду в виде горючего газа, смол и масел [6].

Компостирование – это способ избавления в основном от органических отходов, процесс происходит с помощью воздействия микроорганизмов на них. Это способ максимально благоприятен для экологии, т. к. он основан на естественном разложении. С помощью компостирования можно утилизировать до 30 % отходов. Компостирование применяется также в частных домах, на специализированных участках, фермах и т. п., но только при условии разделения мусора. Полученный компост может быть использован в городском и сельском хозяйстве. Компостирование применяется в России и на мусороперерабатывающих заводах, например в Санкт-Петербурге. Там используют процесс брожения всех отходов, не только органических. Полученный продукт можно улучшить путем извлечения неорганической составляющей из него, однако он все равно является опасным для окружающей среды и имеет ограниченное применение, например для покрытия свалок [12].

Следующий способ избавления от мусора – это переработка вторсырья. По словам министра экологии Сергея Донского, в России вторично используется только около 10 % мусора. Данная цифра растет, т. к. на данный момент в России запрещено захоронение более 180 видов отходов, которые используют для вторичной переработки [10]. Переработка вторсырья – наиболее эффективный способ борьбы с мусором: она не только позволяет уменьшить количество отходов для утилизации, но и сэкономить природные ресурсы и частично улучшить состояние окружающей среды в стране.

Во многих странах мира, обеспокоенных состоянием природы, переработка вторсырья – это прибыльный бизнес, а также основной способ утилизации отходов. Например, в Швеции добились почти стопроцентной переработки отходов. Мусор в данной стране привозят и из других стран, таких как Ирландия, Великобритания, Норвегия. Здесь мусор используется как для вторичной переработки или повторного использования, так и для получения энергии путем сжигания с предшествующей тщательной сортировкой. На полигоны отправляется всего 0,8 % мусора. Такая высокая эффективность обусловлена всеобщей ответственностью за данный процесс: жителей, муниципалитетов, производителей. Разделение мусора происходит еще до его поступления на мусороперерабатывающие заводы. Жители сами разделяют его на пластик, стекло, батарейки, бумагу и металл. Муниципалитеты производят сбор мусора у местных жителей и предприятий (офисы, рестораны, магазины) и транспортирует его на мусороперерабатывающий завод. А производители в Швеции ответственны за утилизацию упаковок и товаров с истекшим сроком годности. Так в данный процесс включен каждый житель этой страны, это стимулирует производить меньше мусора и заботиться об экологии [11].

Во всех российских регионах экологи борются с проблемой загрязнения окружающей среды от ТБО, и Тюменская область – не исключение. 17 августа 2018 г. в Тюмени запустили крупнейшее мусоросортировочное производство в стране. Тюменский мусоросортировочный завод расположен на Велижанском тракте, вблизи действующего полигона. Мощность завода составляет 350 тыс. т отходов в год, или 90 т в час. Благодаря созданию мусоросортировочного завода будет прекращено поступление на полигоны таких отходов, как пластик, стекло и металл. В общей сложности на выходе будут 25 видов сырья для дальнейшей переработки. В Тюменской области такой завод будет не один. Планируется создание мусоросортировочных заводов в городах Ишиме и Тобольске с гораздо меньшей мощностью – 25 и 40 тыс. т в год соответственно.

В структуре потоков твердых коммунальных отходов в Тюменской области на 2019 г. указано, что объектом обработки, утилизации, обезвреживания или размещения твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) в основном являются полигоны ТБО. Лишь в Нижнетавдинском муниципальном районе, некоторых поселениях Ярковского муниципального

района и Тюмени данным объектом будет служить мусоросортировочный завод. По плану, к 2027 г., основным объектом обработки, утилизации, обезвреживания или размещения ТКО будет мусоросортировочный завод, исключением, на данный момент служит Омутинский муниципальный район. Согласно графику создания новых объектов накопления ТКО, к 2026 г. планируется постепенное введение 28 новых объектов, из них 18 мусороперегрузочных станций, 5 площадок с наличием пресскомпактора, 5 площадок накопления с наличием пресскомпактора. Размещение этих объектов планируется на территории свалок и полигонов. Согласно постановлению Правительства Тюменской области от 9 сентября 2018 г. № 392-п, они будут созданы для эффективной системы сбора и транспортировки ТКО, в том числе до мусоросортировочных заводов [9]. За транспортировку ТКО с места приема до мест их накопления отвечает региональный оператор в соответствии с разделом XV(1) правил предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных и разных жилых домах [8]. В Тюменской области региональным оператором является ООО «Тюменское экологическое объединение», в соответствии с соглашением от 27 апреля 2018 г., заключенным с Департаментом недропользования и экологии Тюменской области.

Таким образом, тюменские власти внедряют наиболее эффективные методы борьбы с мусором для уменьшения влияния отходов на окружающую среду в регионе и улучшения состояния окружающей среды. Мусоросортировочный завод в г. Тюмени – серьезный шаг на пути сохранения окружающей среды. Однако это предприятие – низкорентабельное, его окупаемость составит около 9 лет. Несмотря на это будут реализованы и другие проекты, в том числе строительство двух других мусоросортировочных заводов на территории области. По оценкам экспертов, если естественный прирост не изменит свои темпы, то мощностей заводов хватит еще на 20 лет. Согласно нацпроектам «Экология» и «Стратегия 2030», в России к 2024 г. должно перерабатываться до 85 % отходов. Тюменская область ставит же перед собой более масштабную задачу – утилизировать и обезвредить 89 % мусора [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитический портал химической промышленности / Экоиндустрия. Влияние мусоросжигательных заводов на окружающую среду: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://newchemistry.ru>.
2. Ассоциация организаций, операторов и специалистов в сфере обращения с отходами «Чистая Страна» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cleancountry.ru>.
3. ИА REGNUM. «На шаг вперед правительства»: в Тюменской области правят схему отходов: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru> (дата размещения 14.09.2018).
4. Металлургический портал «MetalSpace» / Переработка твердых бытовых отходов: термическая и биотермическая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://metalspace.ru>.
5. Министерство экологии и природных ресурсов Нижегородской области / Технология захоронения ТБО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://waste-nn.ru>.
6. Мутугуллина И. А. Экологические проблемы твердых бытовых отходов (на примере Республики Татарстан) [Текст] / И. А. Мутугуллина // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 17. – С. 252–254.
7. Напалкова А. А. Состояние и тенденции развития рынка услуг по утилизации и переработке твердых бытовых отходов в странах АТР / А. А. Напалкова, А. Е. Насадюк // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2015. – № 2 (74). – С. 73–89.
8. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домах» (с изм. и доп., вступ. в силу с 12.01.2019).
9. Постановление Правительства Тюменской области от 09.09.2018 № 392-п «Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами».

ми, в Тюменской области» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://admtymen.ru/ogv_ru/about/ecology/production_wastes/territorial_scheme.htm.

10. РБК. Доходные отходы: почему переработка вторсырья в России низкорентабельна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsk.rbc.ru>.

11. РБК. «На вес мусора: как в мире устроена переработка отходов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru>.

12. ZTBO.ru. Переработка мусора / Компостирование мусора (ТБО) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ztbo.ru>.

УДК 502.5

ТВЕРДЫЕ КОММУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ: ОПЫТ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Галанина Татьяна Вадимовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», Россия, г. Кемерово, galanina64@mail.ru

Баумгартэн Михаил Ицкович, кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», Россия, г. Кемерово, bmi45@mail.ru

Статья посвящена опыту управления твердыми коммунальными отходами в Кемеровской области. В статье приведен перечень источников образования отходов. Одним из направлений решения проблемы предлагается переход от полигонного захоронения к промышленной переработке. Приведены организации, занимающиеся их переработкой в рамках Кузбасской Ассоциации переработчиков отходов.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, переработка отходов, управление отходами.

SOLID MUNICIPAL WASTE: EXPERIENCE KEMEROVO REGION

Galanina T. V., Baumgarten M. I.

The article is devoted to the experience of municipal solid waste management in the Kemerovo region. The article lists the sources of waste. One of the ways to solve the problem is the transition from landfill to industrial processing. There are organizations involved in their processing in the framework of the Kuzbass Association of Waste Processors.

Keywords: municipal solid waste, waste recycling, waste management.

Проблема использования и утилизации твердых коммунальных отходов (ТКО) является весьма актуальной, поскольку ее решение связано с необходимостью обеспечения нормальной жизнедеятельности населения, санитарной очистки городов, охраны окружающей среды и ресурсосбережения. Эта проблема характерна для каждого региона, но особенно острой она является для Кемеровской области, где ежегодно образуется около 2 млрд т отходов производства и потребления, помимо поступающих твердых коммунальных отходов из Красноярского края.

ТКО, образующиеся в результате жизнедеятельности людей, представляют собой гетерогенную смесь сложного морфологического состава (черные и цветные металлы, макулатуродержащие и текстильные компоненты, стеклобой, пластмасса, токсически опасные гниющие пищевые и растительные остатки, камни, кости, кожа, резина, дерево, уличный смет и пр.).

Особенности Кемеровской области (КО) заключаются в следующем:

- а) основной вид ее экономической деятельности – промышленность;
- б) большое количество месторождений угля, железной руды, золота, серебра, марганца, цинка, свинца, меди и др.;
- в) многоотраслевая обрабатывающая индустрия, отличающаяся малой энерго- и материалоемкостью;

г) неравномерное распределение ареалов образования ТКО: плотность населения составляет 28,2 человека на 1 км², 85 % которого сосредоточено в городской местности (в пяти городах насчитывается свыше 100 тыс. жителей – Кемерово, Новокузнецк, Прокопьевск, Белово, Междуреченск); всего в области на 01.01.2018 примерно 2,7 млн жителей;

д) достаточного количества площадок для обработки ТКО.

Перечень источников образования отходов формируется на основе сведений Государственной жилищной инспекции (ГЖИ) КО и иных органов исполнительной власти КО, органов местного самоуправления, Росприроднадзора, организаций, осуществляющих сбор и вывоз отходов на территории КО, Государственной информационной системы жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ), федеральной службы государственной статистики.

В территориальную схему включена информация о 159–173 источниках образования ТКО, 139 источниках образования отходов от добычи полезных ископаемых, 538 источниках образования отходов обрабатывающей промышленности, 1517 источниках отходов потребления производственных и непроизводственных (материалы, изделия, утратившие потребительские свойства), 497 источниках образования отходов от обеспечения электроэнергией, газом и паром, 294 источниках образования отходов при водоснабжении, водоотведении, 176 источниках образования отходов строительства и ремонта, 72 источниках образования отходов сельского хозяйства, лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства и 1073 источниках образования прочих отходов производства и потребления (по данным на начало 2018 г.).

Первоочередной задачей в решении проблемы управления ТКО является разработка оптимальных систем их сбора и удаления (транспортировки). Промедление с удалением ТКО из мест образования недопустимо, так как может привести к серьезному загрязнению городов. Удаляют ТКО либо на полигоны захоронения, либо на специальные заводы для переработки и обезвреживания.

Поскольку, согласно положениям Федерального закона № 89 «Об отходах производства и потребления», с августа 2014 года запрещено размещение полигонов в черте населенных пунктов, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов, а бесконечно плечо вывоза ТКО увеличиваться не может, становится весьма актуальной промышленная переработка ТКО. Именно промышленная переработка, решающая в совокупности вопросы обезвреживания, ликвидации и утилизации ТКО, представляет собой кардинальный путь решения этой проблемы. Не случайно в европейских странах происходит отказ от полигонного захоронения ТКО [3].

Постепенный переход от полигонного захоронения к промышленной переработке является основной тенденцией решения проблемы ТКО в мировой практике. Вместе с тем практическое решение проблемы промышленной переработки ТКО связано с большими капиталовложениями, поэтому строительство объектов промышленной переработки ТКО невозможно осуществить быстрыми темпами [2]. Поскольку дорогостоящая промышленная переработка является конечной операцией в общей схеме управления ТКО и ее эффективность во многом зависит от организации работы на каждой предшествующей стадии – сбора и транспортировки (удаления) отходов, первоочередной задачей в управлении ТКО на ближайшую перспективу является оптимизация их сбора и удаления (при неизменной долгосрочной стратегии перехода от полигонного захоронения ТКО к их промышленной переработке) [4].

В КО переработке отходов уделяется много внимания. На ее территории с 2009 г. функционирует Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов. На данный момент она является крупнейшим из профессиональных объединений, специализированных отходоперерабатывающих предприятий в России. Участники Ассоциации осуществляют деятельность по обращению с отходами производства и потребления в части сбора, транспортирования, обработки, утилизации, обезвреживания и размещения, а также производства современной экологичной продукции на основе вторичного сырья. Ассоциация переработчиков отходов включает 26 специализированных предприятий – операторов по обращению с отходами, которые перерабатывают свыше 200 наименований промышленных и коммунальных отходов, инвестируют в развитие производственных мощностей и создание новых про-

изводств по переработке отходов. Ежегодно участниками Ассоциации перерабатывается более 480 тыс. т отходов, производится более 130 тыс. т вторичной продукции [1].

Некоторыми членами ассоциации осуществляются следующие виды деятельности по переработке отходов:

1. ООО «ЭкоШина» (г. Новокузнецк). *Технология утилизации отходов:* утилизация шин механическим способом. Используется установка для резки и дробления колес с получением резиновой крошки и попутным извлечением текстильного и металлического корда. *Мощность:* 1 500 т/год. *Производимая продукция:* резиновая крошка, основа для уникального травмобезопасного покрытия для детских и спортивных площадок, промышленных полов повышенной прочности, устойчивых к агрессивным средам.

2. ООО «Атлантик» (г. Ленинск-Кузнецкий). *Технология утилизации отходов:* механическая обработка изношенных автошин, многоступенчатое разрезание с получением отдельных частей (кольца, чипсы). *Мощность:* 2 400 т/год. *Производимая продукция:* резиновые диски (рокхопперы).

3. ООО «СМЦ» (г. Новокузнецк). *Технология обработки отходов:* выборка, сортировка, дробление отходов огнеупоров до нужных фракций согласно Технологическим инструкциям. *Мощность:* 36 000 т/год. *Производимая продукция:* шамотные порошки, мертели, динасовый порошок, стартовая смесь, неформованные огнеупоры периклазового и шпинелевидного состава. *Технология утилизации:* дробление, фракционный рассев, использование в качестве полуфабрикатов и входного сырья для производства огнеупорной продукции. *Мощность:* 42 000 т/год. *Производимая продукция:* огнеупорная продукция: ПИБС, МПН-50, МАСВО, стартовая смесь, МПТК, МПГРК, МПП, порошки на ДСК, промывочные брикеты.

4. ООО «Экомаш» (г. Новокузнецк). *Технология утилизации отходов:* изготовление шпалопропиточного масла из отходов коксохимического производства ОАО «НКМК».

5. ООО «Химкрекинг» (г. Новокузнецк). *Технология утилизация отходов:* брикетирование, термическая переработка отходов коксохимических и углеобогачительных производств. *Мощность:* 90 000 т/год. *Производимая продукция:* масло каменноугольное, топливные брикеты.

6. ООО «Кузнецкэкология» (с. Куртуково Новокузнецкого района). *Технология утилизации отходов:* переработка автопокрышек, РТИ, отработанных масел и нефтешламов методом низкотемпературного пиролиза на установке «Пиротэкс». *Мощность:* 2000 т/год. *Производимая продукция:* технический углерод, пиролизная жидкость.

7. ООО «Огнеупор ЭКО» (г. Новокузнецк). *Технология утилизации отходов:* переборка и дробление отходов огнеупоров. *Мощность:* 50 000 т/год. *Производимая продукция:* щебень.

8. ООО «Рециклинг» (г. Белово). *Технология утилизация отходов:* многоступенчатая комплексная технология утилизации и обезвреживания накопленных отходов Беловского цинкового завода. *Мощность:* 320 000 т/год. *Производимая продукция:* медь цементационная.

9. ООО «АКМО» (г. Новокузнецк). *Технология обработки отходов:* механическое разделение отработанных свинцовых и никелькадмиевых аккумуляторов на составляющие элементы. *Мощность:* 1 000 т/год. *Технология обезвреживания отходов:* нейтрализация слитой из аккумуляторов кислоты. *Мощность:* 20 т/год.

Кроме того, Участниками Ассоциации планируется внедрение новых технологий и проектов в части обращения с промышленными отходами:

1. ООО «Атлантик» (г. Ленинск-Кузнецкий) – разработка установки по утилизации изношенных автошин с производством резиновых сорбентов для нефтегазовой промышленности в г. Ленинск-Кузнецкий, мощностью 10 000 т/год.

2. ООО «АКМО» (г. Новокузнецк) – запуск механизированной линии по обезвреживанию и утилизации отработанных аккумуляторов, производительностью 3 900 т/год с получением готовой продукции для народного хозяйства – цветной тротуарной плитки на основе полипропилена.

3. ООО «Экологический региональный центр» (г. Новокузнецк) – создание в г. Новокузнецке комплекса по утилизации старых автомобилей, мощностью 1 000 шт./год, комплекса по переработке отходов электронного и электротехнического оборудования, мощностью 120 т/год.

4. ООО «Технологии рециклинга» (г. Новокузнецк) – инновационный проект «Глубокая переработка шлаковых отвалов с получением многопрофильной продукции». В рамках проекта создается дробильно-сортировочный комплекс мощностью более 100 тыс т в год, на котором будут переработаны накопленные металлургические шлаки на территории шлакового отвала Кузнецкого металлургического комбината площадью 178 га, расположенного в Центральном районе г. Новокузнецка.

5. ООО «Кузбасский СКАРАБЕЙ» – в 2019 г. ввести в эксплуатацию завод по переработке бумаги мощностью 100 000 т в год.

Для более полного использования научно-технического потенциала КО в решении проблем в области обращения с отходами необходимо для существующих, планируемых и перспективных проектов обеспечение поддержкой на всех уровнях власти, разработка и наличие научно-обоснованного подхода к проектам переработки и утилизации ТКО с нормативно-правовым обеспечением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инвестиционная экологическая программа Кемеровской области до 2020 года, сайт Департамента по развитию предпринимательства и потребительского рынка Кемеровской области : <http://dprpko.ru/>

2. Государственная программа Кемеровской области «Экология и природные ресурсы Кузбасса» на 2014–2018 гг. : <http://docs.cntd.ru/document/412807990>

3. Аналитический обзор «Утилизация отходов – проблемы, пути решения» ФГБНУ «Научно-исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы», М., 2015 г. : https://www.extech.ru/files/anr_2015/anr_5.pdf

4. Galanina T. V. Environmental-Socio-Economic Monitoring as a Tool of Region's Environmental-Economic System Management / T. V. Galanina, M. I. Baumgarten, V. G. Mikhailov, T. G. Koroleva, G. S. Mikhailov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2017 – Vol. 50. – Article number 012030. – P. 1–7.

УДК 631.46

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМОВ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Вершинин Анатолий Андреевич, кандидат биологических наук, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, Казань, avershinin@mail.ru*

Каримуллин Ленар Камилевич, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Казань, Karlenar@yandex.ru*

Петров Андрей Михайлович, кандидат биологических наук, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, Казань, zram2@rambler.ru*

Кузнецова Татьяна Васильевна, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, Казань, kuznetsovatatyana@mail.ru*

Изучено влияние остаточного содержания нефтепродуктов на дыхательную активность черноземов типичного и оподзоленного. Показано, что под действием нефтепродуктов усиливается базальное и ингибируется субстрат-индуцированное дыхание, активизируется деструкция нефтяных углеводов. Одновременно снижается устойчивость микробного сообщества почв. Наибольшие нарушения функционирования происходят в микробоценозах чернозема оподзоленного.

Ключевые слова: чернозем типичный, чернозем оподзоленный, нефть, базальное дыхание ($V_{\text{базал}}$), субстрат-индуцированное дыхание ($V_{\text{сид}}$), коэффициент микробного дыхания (Q_f).

BIOLOGICAL ACTIVITY OF CHERNOZEMS UPON OIL POLLUTION

Vershinin A. A., Karimullin L. K., Petrov A. M., Kuznetsova T. V.

The effect of residual oil content on the respiratory activity of typical and podzolized chernozem was studied. It was shown that petroleum products increase the basal respiration, inhibit the substrate-induced respiration and activate the destruction of petroleum hydrocarbons. Simultaneously, the resistance of the microbial community of soils decreases with the greatest dysfunctions shown in microbiocenoses of podzolized chernozem.

Key words: typical chernozem, podzolized chernozem, oil, basal respiration (V_{basal}), substrate-induced respiration (V_{sid}), microbial respiration quotient (Q_r).

Способность почв преодолевать негативное влияние загрязнителей различной химической природы во многом зависит от состава и функциональной активности ее микробного пула [3, 6, 9]. Из существующих подходов оценки биологической активности почв наиболее удобным и информативным является метод определения величины почвенного дыхания. Сведения об интенсивности почвенного дыхания дают представление об активности микробного сообщества, позволяя тем самым оценить ее потенциал.

Цель исследований состояла в определении параметров дыхательной активности черноземов при разном остаточном содержании нефтепродуктов.

Материалы и методы. В работе были использованы чистые и нефтезагрязненные чернозем оподзоленный (Чо) и чернозем типичный (Чт) горизонта A_1 Республики Татарстан. Почвы обладали следующими характеристиками. Чо – гранулометрический состав – глинистый, содержание органического вещества среднее, гумуса 6,1 %. Реакция среды нейтральная. Обеспеченность подвижным фосфором в различных вариантах варьирует от повышенной до высокой, обеспеченность подвижным калием средняя. Чт – гранулометрический состав глинистый, содержание органического вещества среднее, гумуса 10,7 %. Реакция среды нейтральная. Обеспеченность подвижным фосфором варьирует от повышенной до высокой, обеспеченность подвижным калием средняя.

Содержание нефтепродуктов (НП) в исследованных образцах условно рекультивированных почв составляло: Чо – 5,0, 10,0 и 14,9 г/кг; Чт – 1,4, 5,0 и 14,9 г/кг [8]. В качестве контроля (К) использовали чистые почвы. Интенсивность почвенного дыхания устанавливали газохроматографическим методом. На основе хроматографических измерений [5] были определены скорости базального ($V_{\text{базал}}$) и субстрат-индуцированного ($V_{\text{сид}}$) дыхания [1]. Коэффициент микробного дыхания (Q_r) вычисляли исходя из показателей базального и субстрат-индуцированного дыхания: $Q_r = V_{\text{базал}}/V_{\text{сид}}$ [10].

Результаты и обсуждение. Как правило, внесение нефти способствует активизации почвенного дыхания [2, 3, 7]. Базальное дыхание отражает доступность питательных веществ для почвенных микроорганизмов. В наших исследованиях величина эмиссии CO_2 контрольных почв составляла 1,87 мкг CO_2 / г час для Чт и 2,29 мкг CO_2 / г час для Чо. Характер базального дыхания черноземов в условиях нефтяного загрязнения отличался существенным образом.

В Чт при минимальном остаточном содержании НП наблюдался резкий рост $V_{\text{базал}}$. В образцах с более высоким содержанием поллютанта интенсивность $V_{\text{базал}}$ хотя и уменьшалась, но была выше значений, полученных в контроле (рисунок 1 А). В отличие от Чт, в Чо при содержании НП 5 г/кг значения $V_{\text{базал}}$ практически не отличались от контроля и только при повышении остаточного содержания поллютанта наблюдался рост $V_{\text{базал}}$.

Очевидно, быстрая реакция микробного сообщества чернозема типичного обусловлена высоким содержанием гумуса, что благоприятно отражается на составе и функционировании его микрофлоры. Существенным фактом является то, что в исследованных черноземах во всем диапазоне испытанных концентраций поллютанта не выявлено ингибирующего действия нефти на интенсивность почвенного дыхания. Во всех случаях величина $V_{\text{базал}}$ загрязненных почв была выше, чем в контроле. Показатели $V_{\text{базал}}$ свидетельствуют о том, что в загрязненных нефтью черноземах протекает активная деструкция углеводов нефти.

Субстрат-индуцированное дыхание характеризует активность микробного пула почв. Величина $V_{\text{сид}}$ контрольных почв составляла 12,54 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$ (Чо) и 16,12 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$ (Чт). В отличие от $V_{\text{базал}}$ в исследуемых почвах обнаруживалось ингибирующее действие нефтяных углеводородов на $V_{\text{сид}}$. В большей степени ингибирующее действие проявлялось в черноземе оподзоленном (рисунок 1 Б).

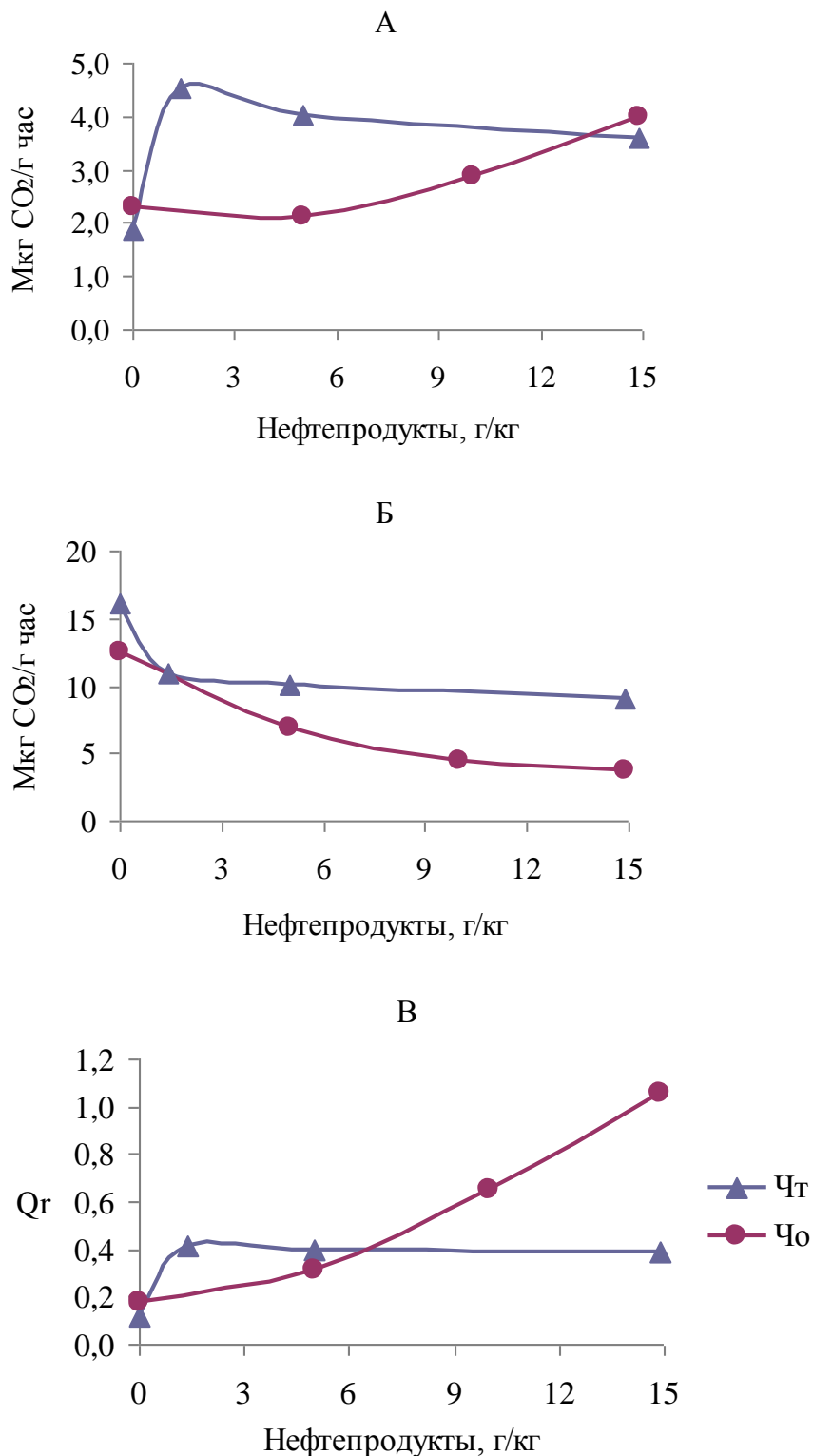


Рисунок 1 – Параметры дыхания черноземов (Чт – чернозем типичный, Чо – чернозем оподзоленный).
 А – $V_{\text{базал}}$; Б – $V_{\text{сид}}$; В – Qr .

Коэффициент микробного дыхания является важным эколого-физиологическим показателем, позволяющим оценить состояние почв [2-4, 9,12]. Увеличение остаточного содержания НП в почвах сопровождалось ростом значений Q_г. Однако если в Чт Q_г незначительно возрастал и сохранялся на уровне 0,41 независимо от дозы поллютанта, то в Чо Q_г увеличивался при росте остаточного содержания НП и достигал значений, превышающих 1,0. Этот факт свидетельствует о том, что микробное сообщество Чт более стабильно в условиях нефтяного загрязнения, тогда как в Чо существенно нарушены почвенные обменные процессы, а система почвенной биоты, даже после проведения минимальных рекультивационных мероприятий (рыхление и увлажнение), остается неустойчивой.

Таким образом, в присутствии нефтяных загрязнений в черноземах усиливается базальное и ингибируется субстрат-индуцированное дыхание, активизируется деструкция нефтяных углеводородов. Одновременно снижается устойчивость микробного сообщества почв. Наибольшие нарушения функционирования происходят в микробоценозах чернозема оподзоленного, что требует особого внимания при проведении рекультивационных мероприятий на данной почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьева Н. Д. Методические аспекты определения скорости субстрат-индуцированного дыхания почвенных микроорганизмов / Н. Д. Ананьева, Е. В. Благодатская, Д. Б. Орлинский, Т. Н. Мякшина // Почвоведение. – 1993 – № 11. – С. 72–77.
2. Ананьева Н. Д. Влияние высушивания-увлажнения и замораживания-оттаивания на устойчивость микробных сообществ почвы / Н. Д. Ананьева, Е. В. Благодатская, Т. С. Демкина. // Почвоведение. – 1997. – № 9. – С. 1132–1137.
3. / Благодатская Е. В. Характеристика состояния микробного сообщества почвы по величине метаболического коэффициента / Е. В. Благодатская, Н. Д. Ананьева, Т. Н. Мякшина // Почвоведение. – 1995. – № 2. – С. 205–210.
4. Вершинин А. А. Оценка биологической активности дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава в условиях нефтяного загрязнения / А. А. Вершинин, А. М. Петров, Д. В. Акайкин, Ю. А. Игнатьев // Почвоведение. – 2014. – № 2. – С. 250–256. – DOI: 10.7868/S0032180X14020130.
5. Гарусов А. В. Газовая хроматография в биологическом мониторинге почвы / А. В. Гарусов [и др]. – Казань : Изд-во КГУ, 2006. – 90 с.
6. Кудеяров В. Н. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах / В. Н. Кудеяров – М. : Наука, 2007. – 315 с.
7. Петров А. М. Влияние остаточного содержания нефтепродуктов на состав и активность почвенного микробного сообщества / А. М. Петров, Л. К. Каримуллин, Т. В. Кузнецова, А. А. Вершинин, Р. Э. Хабибуллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т.17. – № 23. – С. 356–359.
8. ПНД Ф 16.1.2.2.22-98. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органоминеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии. – М. : 1998. – 11 с.
9. Полянская Л. М. Содержание и структура микробной массы как показатель экологического состояния почв / Л. М. Полянская, Д. Г. Звягинцев // Почвоведение. – 2005. – № 6. – С. 706–714.
10. Anderson T.-H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils / T.-H. Anderson, K. H. Domsch // Soil Biol. Biochem. – 1978. – V. 10. – № 3. – P. 215–221.
11. Insam H. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three ultisols / H. Insam, C. C. Mitchell, J. F. Dormaar. // Soil. Biol. Biochem. – 1991. – V. 23. – № 5. – P. 459–464.

**ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ К САМООЧИЩЕНИЮ
РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ ГУБА-ХАЧМАЗСКОГО РАЙОНА
В СЛУЧАЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Байрам Конуль Худадатовна, кандидат биологических наук, Институт Микробиологии
НАН Азербайджана, Азербайджан, г. Баку, konul_74@mail.ru

Халилзаде Вусали Джаваншир, кандидат биологических наук, Институт Микробиологии
НАН Азербайджана, Азербайджан, г. Баку, khalilzadeh1311@mail.ru

В статье исследованы биологические показатели почв Губа-Хачмазского района Азербайджана. Выявлено, что микробиологическая активность различных типов почв исследуемого региона повышается от серо-коричневых к лугово-лесным. В этом же направлении увеличивались показатели коэффициента минерализации углеводородов, что свидетельствует о том, что в случае загрязнения почв нефтяными углеводородами наиболее высокой самоочищающей способностью будут обладать лугово-лесные почвы, в меньшей степени – серо-коричневые.

Ключевые слова: почва, коэффициент минерализации, гетеротрофы, углеводородокисляющие микроорганизмы.

**POTENTIAL ABILITY OF DIFFERENT TYPES SOIL OF GUBA-KHACHMAZ
REGION IN THE EVENT OF HYDROCARBON POLLUTION**

Bayram K. Kh., Khalilzadeh V. J.

The article examines the biological indicators of the soils of the Guba-Khachmaz region of Azerbaijan. It was revealed that the microbiological activity of various soil types in the studied region increases from kastanozems to phaeozems. In the same direction, indicators of the mineralization of hydrocarbons increased, which suggests that in the event of soil pollution by petroleum hydrocarbons, phaeozems soils, and to a lesser extent, kastanozems will have the highest self-purification capacity of Guba-Khachmaz region of Azerbaijan. It has been found that it has been increased to varying types of soil. It is a green field of mineral water.

Keywords: soil, mineralization coefficient, heterotrophs, hydrocarbon-oxidizing microorganisms.

Введение. Азербайджан – горная страна, и по природным особенностям ее территорию делят на следующие физико-географические области: Большой Кавказ, Малый Кавказ и Кура-Араксинская низменность. Разрабатывая сложную проблему прогноза устойчивости ландшафтов к различным загрязнениям необходимо отметить, что она является важнейшей концепцией современной экологии.

Губа-Хачмазская зона относится к восточному склону Большого Кавказа с административными районами: Губа, Хачмаз, Кусары, Шабран. Площадь – 6960 км², что составляет 8,8 % от общей площади республики.

Растительный мир в Губа-Хачмазской зоне подчиняется закону горизонтальной и вертикальной зональности. Здесь на южных и северных склонах Главного и Бокового хребтов леса поднимаются до высоты 2700 м над уровнем моря. В восточной части инверсия леса проходит как в высокогорной, так и в низменной зоне, опускаясь до побережья моря [1]. Климатические условия Азербайджана разнообразны. Климат умеренно теплый с сухим летом характерен для этой зоны. Несмотря на небольшую площадь территории Азербайджана, смена сезонов также связана с горизонтальной и вертикальной зональностью.

Одной из биогеоценологических функций почв является трансформация вещества и энергии, находящихся или поступающих в биогеоценоз. Однако влияние природных и антропогенных факторов приводит к ухудшению почвенного покрова вплоть до полной деградации. В этой связи для проведения научных исследований и выполнения мероприятий по восстановлению нарушенного почвенного покрова биомониторинг, биодиагностика и биоиндикация приобретают все большее значение [9].

В настоящее время загрязнение почвенного покрова различными поллютантами является серьезной проблемой и решение этой проблемы имеет огромную значимость. Основ-

ными загрязнителями природных ландшафтов в настоящее время признаны нефть и нефтепродукты [4]. Добыча, транспортировка, переработка нефти и использование нефтепродуктов во всех областях объективно приводят к выбросам их во внешнюю среду, что является причиной загрязнения и нарушения природных ландшафтов гидро- и геосферы. В этих условиях важное значение имеет исследование биологического потенциала почвенного покрова.

Цель проведенного исследования – изучение биологических показателей почв и роли микроорганизмов в регулировании биологического состояния почв.

Объекты исследования. Объектом исследования выбраны почвы Губа-Хачмазского экономического района Азербайджана: каштановые и темно-каштановые, серо-коричневые, лугово-коричневые, лугово-лесные почвы (рисунок 1). Для проведения исследований образцы почв отбирались общепринятыми методами [2]. Всего с каждого региона взято по 12 почвенных проб. Биологическую активность почв определяли по дыхательной интенсивности почв, численность гетеротрофных и углеводородокисляющих микроорганизмов по коэффициенту минерализации. Дыхание почв определяли по интенсивности продуцирования углекислого газа методом Д. Г. Звягинцева и др. [3].

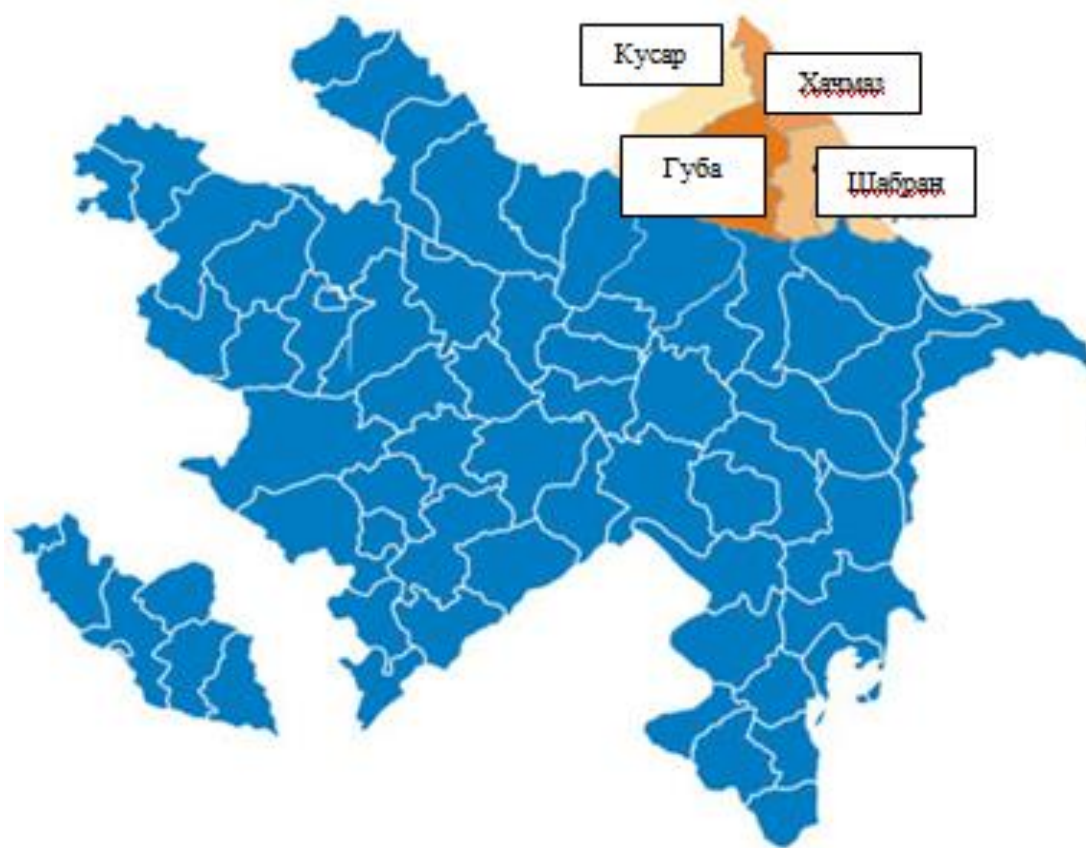


Рисунок 1 – Зоны отбора проб

Коэффициент минерализации углеводов определяли по методу Н. М. Исмаилова и др. [5]. Это формула указывает на интенсивность процесса и способность микроорганизмов полностью минерализовать субстрат и деградировать углеводороды.

Статическая обработка результатов проводилась с применением программ Statistica V6.0 для Windows, Excel–2003. При оценке статистической достоверности средних полученных данных использовали t–критерий Стьюдента.

Результаты исследования. В настоящее время признано, что в масштабных процессах самоочищения почв и вод от нефти главную роль играют микроорганизмы [6, 8]. Самоочищающая способность почв по отношению к углеводородам, вне зависимости от их буферной способности, не беспредельна.

Результаты исследования представлены в таблице 1. Выявлено, что наибольшая численность гетеротрофов и углеводородокисляющих микроорганизмов наблюдалось в лугово-лесных почвах. Наименьшая численность гетеротрофных и углеводородокисляющих микроорганизмов обнаруживается в каштановых и темно-каштановых почвах.

Как следует из представленных данных, микробиологическая активность различных типов почв исследуемого региона повышается от серо-коричневых к лугово-лесным. В лугово-лесных почвах обнаруживается наиболее высокая численность сапротрофных, а также углеводородокисляющих микроорганизмов. Общая численность бактериальных форм микроорганизмов в серо-коричневых почвах была в 2,5–3 раза меньше, чем в лугово-лесных.

Как известно, плодородие почв в первую очередь связано с содержанием гумуса. Источником образования гумуса в почве служат органические остатки растительного, микробного и животного происхождения. В то же время гумус служит диагностическим показателем плодородия почв, является источником питательных веществ, играет большую роль в поглотительной способности почв и в развитии микроорганизмов, так как является коагулятором в создании прочной структуры. Как видно из данных таблицы 1, содержание гумуса [7] коррелировало и с количеством микроорганизмов в исследуемых почвах.

В этом же направлении увеличивались показатели интенсивности дыхания и коэффициента минерализации углеводов, что свидетельствует о том, что в случае загрязнения почв нефтяными углеводородами наиболее высокой самоочищающей способностью будут обладать лугово-лесные почвы, в меньшей степени – серо-коричневые.

Таблица 1 – Численность микроорганизмов и коэффициент минерализации углеводов в различных типах почв Губа-Хачмазского района

Место отбора и тип почв	Глубина, см	Численность микроорганизмов, КОЕ/г почвы		Скорость продуцирования CO ₂ почвой, мг/кг абс. сух. почв/сут	Коэфф. минерализации, K _м мг CO ₂ /кг абс. сух. почв/сут	Гумус, %
		Гетеротрофных	Углеводородокисляющих			
Шабран (каштановые и темно-каштановые)	0–20	3,2•10 ⁷ –4,4•10 ⁷	3,1•10 ⁵ –4,8•10 ⁵	3,25	0,35	2–4
Губа (серо-коричневые)	0–20	1,8•10 ⁷ –3,1•10 ⁷	2,0•10 ⁵ –3,3•10 ⁵	3,88	0,32	2,5–3,7
Хачмаз (лугово-коричневые)	0–20	2,8•10 ⁷ –5,0•10 ⁷	4,5•10 ⁵ –6,8•10 ⁵	3,87	0,52	3,9–5,8
Кусар (лугово-лесные)	0–20	3,9•10 ⁷ –5,7•10 ⁷	5,1•10 ⁵ –7,5•10 ⁵	4,21	0,55	6,0–8,4

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что биологические показатели почв Губа-Хачмазского района различаются и что лугово-лесные почвы потенциально биологически более активны по сравнению с другими почвами – каштановыми, серо-коричневыми, поэтому в случае загрязнения в этих типах почв будут более интенсивно проходить естественные процессы самоочищения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Б. Г. Проблемы эрозии в Азербайджане и пути ее решения / Б. Г. Алиев, И. Н. Алиев. – Баку, 2000. – С. 67.
2. Егоров Н. С. Практикум по микробиологии / Н. С. Егоров. – М. : 1976. – С. 307.
3. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев, И. Б. Асеева, И. П. Бабьева, Т. Г. Мирчинк. – М. : Изд-во МГУ, 1980. – С. 224.
4. Израэль Ю. А. Комплексный фоновый мониторинг в СССР / Ю. А. Израэль, Ф. Я. Ровинский // Комплексный мониторинг состояния в биосфере : Тр. III Межд. симп. – Ташкент, 1985. – Л., 1986. – Т. 1. – С. 89.

5. Исмаилов Н. М. Коэффициент минерализации углеводов как показатель самоочищающей способности нефтезагрязненных почв и эффективности применяемых методов их рекультивации / Н. М. Исмаилов, В. И. Гаджиева, М. Г. Гасанова // Изв. АН АзССР. Сер. биол. – 1984. – № 6. – С. 76–85.

6. Исмаилов Н. М. Экологическая биотехнология в решении проблемы рекультивации нефтезагрязненных почв Абшеронского полуострова / Н. М. Исмаилов. Автореф. дисс. ... д. биол. наук – Баку, 1996. – С. 41.

7. Морфогенетические профили почв Азербайджана. – Баку : Элм, 2004. – С. 33.

8. Наджафова С. И. Биотические факторы в устойчивости почв к углеводородам и их самоочищающей способности вдоль Северного маршрута экспортного трубопровода в Азербайджане : Автореф. дисс. ... к. б. н. / С. И. Наджафова. – Баку, 2003. – С. 21.

9. Яковлев А. С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв / А. С. Яковлев // Почвоведение. 2000. – № 1. – С. 70–79.

УДК 631.453.631.92

ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ СТАВРОПОЛЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА «АГРОЛАНДШАФТ»)

Хрипунов Александр Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией агроландшафтов ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», *Россия, г. Михайловск, Ставропольский край.*

Общая Елена Николаевна, старший научный сотрудник лаборатории агроландшафтов ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», *Россия, г. Михайловск, Ставропольский край.*

Под фитотоксичностью почвы понимают токсичность почвы для растений. Метод определения суммарной токсичности почвы биотестированием позволяет быстро и четко определить степень отрицательного (или положительного) антропогенного воздействия на почву в процессе ее сельскохозяйственного использования. В результате исследований было установлено, что в посевах озимого рапса почва была более токсична для роста корней тест-культуры, чем для роста стеблей. В верхней части склона (окраина плакора) токсичность почвы ниже, чем в средней и нижней частях склона.

Ключевые слова: аграрный ландшафт, токсичные вещества, фитотоксичность, тест-культура.

THE PHYTOTOXICITY OF SOILS IN THE AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE STAVROPOL REGION (ON THE EXAMPLE OF GROUND "AGROLANDSCAPE»)

Khripunov A. I., General E. N.

Under the phytotoxicity of the soil understand the toxicity of the soil to plants. The method of determining the total toxicity of soil biotesting allows you to quickly and clearly determine the degree of negative (or positive) anthropogenic impact on the soil in the process of its agricultural use. As a result of researches it was established that in crops of winter rape the soil was more toxic for growth of roots of test culture, than for growth of stalks. In the upper part of the slope (the outskirts of plakor) soil toxicity is lower than in the middle and lower parts of the slope.

Key words: agricultural landscape, toxic substances, phytotoxicity, test culture.

В результате антропогенного воздействия в почве накапливаются токсичные вещества, которые оказывают отрицательное действие как на почвенную микрофлору, так и на растения. Под фитотоксичностью почвы понимают токсичность почвы для растений. Накопление токсических веществ зависит от типа почвы, природы органических и минеральных веществ, внешних условий. При определенных концентрациях токсинов в почве могут наступить явления отравления растений. Ряд токсических веществ проникает в растения через корни и распространяется по тканям [1].

Как и многие свойства почвы, токсичность заметно меняется во времени. Наиболее сильно она проявляется в летне-осенние месяцы (июль–сентябрь). Поздней осенью и зимой она уменьшается, а к весне доходит до минимума.

Метод определения суммарной токсичности почвы биотестированием, апробированный на кафедре агрохимии МГУ, позволяет быстро и четко определить степень отрицательного (или положительного) антропогенного воздействия на почву в процессе ее сельскохозяйственного использования [2]. Сотрудниками института были проведены исследования в 2016–2018 сельскохозяйственных годах путем постановки полевых опытов на базовом модельном участке – экспериментальном полигоне «Агроландшафт». Территория полигона на 80 % представлена склоновыми землями (3–5°). Почвенный покров и рельеф участков исследования являются весьма разнообразными (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика участков по элементам плодородия и рельефу

Участок	Показатели			
	Гумус, %	Содержание физ. глины, %	Мощность профиля, см	Бонитет, баллы
А1 (окраина плакора)	2,3	25	59	37
А2 (средняя часть склона)	3,2	31	81	45
А3 (нижняя часть склона)	3,7	33	71	48

Интенсивность процессов аккумуляции токсинов зависит от структуры почвы (адсорбирующая способность), ее водного режима и внутрипочвенного микроклимата. Элементы агроландшафта обладают различными характеристиками этих почвенных показателей. В эксперименте были использованы почвенные образцы с делянок по двум способам обработки: вспашка на 20–22 см и мелкая обработка до 8 см с глубины 0–20 см; с разных подурочищ полигона «Агроландшафт»: А1 – окраина плакора, А2 – средняя часть склона, А3 – нижняя часть склона [3].

Для экологической оценки в посевах озимого рапса в качестве тест-объекта был использован редис, который чутко реагирует на присутствие токсичных веществ в почвенном субстрате. Для проращивания тест-объекта в качестве контроля служил песок, предварительно промытый и высушенный при температуре 105 °С. Проращивание семян редиса (тест-культуры) осуществляли при постоянном увлажнении почвы и освещении. После подсчета нормально проросших растений измеряли длину корней и стеблей в каждой кювете и подсчитывали количество непроросших семян.

Среднюю арифметическую длину корня на контрольном варианте принимали за 100 %, другие варианты рассчитывали (%) по отношению к контролю; разность соответствовала величине суммарной токсичности, которая классифицировалась по классу опасности: 1 – чрезвычайно высокая (эффект торможения роста корней >75 %); 2 – высокая (50–75 %); 3 – умеренная (20–50 %); 4 – низкая (< 20 %).

Полученные данные по озимому рапсу свидетельствуют о том, что к уборке степень токсичности почвы на всех таксонах ландшафта оценивалась как высокая. Торможение роста корней на окраине плакора по вспашке составило 68,5 %, по мелкой обработке 70,4 %. По удобренному фону оно было ниже на 5,4 % по вспашке и на 10,5 % по мелкой обработке. В среднем по вариантам опыта эффект торможения роста корней составил по вспашке 63,0 %, по поверхностной обработке 64,8 %, что на 2,9 % выше.

В средней части склона токсичность почвы была ниже как по вспашке (66,6 %) и по мелкой обработке (68,5 %), так и по удобренному фону – соответственно 59,2–61,1 %. В нижней части склона она составила соответственно 59,3–61,1 и 54,6–56,5 % и оценивалась как высокая (таблица 2).

Класс опасности:

- 1 – чрезвычайно высокая (эффект торможение роста корней > 75 %);
- 2 – высокая (50–75 %);
- 3 – умеренная (20–50 %);
- 4 – низкая.

Таблица 2 – Влияние доз минеральных удобрений и способов обработки почвы на фитотоксичность почвы на различных подурочищах ландшафта, баллы

Дозы удобрений, кг д. в./га	Способ обработки почвы	Подурочища ландшафта											
		А1				А2				А3			
		Всхо- жесть се- мян, %	Рост кор- ней, см	Эффект тормо- жения роста корней, см	Сте- пень ток- сично- сти почвы	Всхо- жесть се- мян, %	Рост кор- ней, см	Эффект тормо- жения роста корней, см	Сте- пень ток- сично- сти почвы	Всхо- жесть се- мян, %	Рост кор- ней, см	Эффект тормо- жения роста корней, см	Сте- пень ток- сично- сти почвы
Контроль (песок)		40,5	1,7	68,5	2	28,0	1,8	66,6	2	38,0	2,2	59,3	2
		35,0	1,6	70,1	2	26,5	1,7	68,5	2	36,0	2,1	61,1	2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Отвал	28,5	1,9	64,8	2	25,5	2,0	63,0	2	46,0	2,4	55,5	2
	Поверх.	21,8	2,0	63,0	2	21,5	1,9	64,8	2	30,5	2,2	59,3	2
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Отвал	26,0	2,2	59,0	2	24,0	2,4	55,5	2	43,5	2,5	53,7	2
	Поверх.	20,1	2,1	61,1	2	20,6	2,3	57,4	2	40,0	2,5	53,7	2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Отвал	43,5	2,0	63,0	2	30,0	2,0	63,0	2	35,5	1,9	64,8	2
	Поверх.	26,9	1,8	66,6	2	28,0	2,0	63,0	2	31,0	1,8	66,6	2
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Отвал	35,3	2,2	59,3	2	31,5	2,2	59,3	2	59,3	2,3	57,4	2
	Поверх.	30,4	1,9	64,8	2	24,5	2,0	63,0	2	36,0	2,0	63,0	2
Среднее	Отвал	34,8	2,0	63,0	2	27,8	2,1	61,1	2	44,5	2,3	57,4	2
	Поверх.	26,8	1,9	64,8	2	24,2	2,0	63,0	2	34,7	2,1	61,1	2

Торможение роста стеблей по всем таксонам ландшафта наблюдалось по поверхностной обработке почвы. Максимальной длина стебля тест-культуры была по отвальной вспашке на нижней части склона и составила при дозе N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ 9,0 см, что к контролю на песке составило 98,9 %. Степень токсичности в среднем по таксонам оценивалась как низкая (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние доз минеральных удобрений и способов обработки почвы на фитотоксичность почвы на различных подурочищах ландшафта по степени токсичности

Дозы удоб- рений кг д.в./га	Способ обра- ботки почвы	Подурочища ландшафта								
		А1			А2			А3		
		Всхо- жесть семян, %	Эффект торможе- ния роста стеблей, см	Степень токсично- сти почвы	Всхо- жесть семян, %	Эффект тормо- жения роста стеб- лей, см	Степень токсично- сти почвы	Всхо- жесть семян, %	Эффект тормо- жения роста стеб- лей, см	Степень токсично- сти почвы
Контроль (песок)		40,5	23,1	умерен	28,0	20,8	умерен.	38,0	12,1	низкая
		35,0	24,2	умерен	26,5	23,1	умерен.	36,0	20,8	умерен
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Отвал	28,5	18,7	низкая	25,5	17,6	низкая	46,0	7,7	низкая
	Поверх.	21,8	20,9	умерен	21,5	18,7	низкая	30,5	9,9	низкая
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Отвал	26,0	8,8	низкая	24,0	7,7	низкая	43,5	1,1	низкая
	Поверх.	20,1	12,1	низкая	20,6	8,8	низкая	40,0	7,7	низкая
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Отвал	43,5	20,8	умерен	30,0	20,8	умерен.	35,5	12,1	низкая
	Поверх.	26,9	23,1	умерен	28,0	23,1	умерен.	31,0	25,3	умерен
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	Отвал	35,3	18,7	низкая	31,5	16,5	низкая	59,3	22,0	умерен
	Поверх.	30,4	20,8	умерен	24,5	19,8	низкая	36,0	24,2	умерен
Среднее	Отвал	34,8	17,6	низкая	27,8	16,5	низкая	44,5	6,6	низкая
	Поверх.	26,8	19,8	низкая	24,2	18,7	низкая	34,7	17,6	низкая

Выводы. В результате наших исследований было установлено, что в посевах озимого рапса почва была более токсична для роста корней тест-культуры, чем для роста стеблей. В верхней части склона (окраина плакора) токсичность почвы ниже, чем в средней и нижней частях склона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шакиров Р. С. Биологические факторы интенсификации земледелия / Р. С. Шакиров // Земледелие. – 2007. – № 10. – С. 8–9.
2. Куприченков М. Т. Мониторинг плодородия земельных ресурсов Ставропольского края / М. Т. Куприченков. – Ставрополь. – 2003.
3. Основы систем земледелия нового поколения Ставропольского края. – Ставрополь, 2013 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Тюрюханов Кирилл Юрьевич, ведущий инженер кафедры «Автомобильные дороги и мосты», ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, г. Пермь, Turuchanov.k.u@list.ru

Пугин Константин Георгиевич, доктор технических наук, профессор кафедры "Автомобили и технологические машины", ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова», Россия, г. Пермь, 123zzz@rambler.ru

В статье рассматривается вопрос возможного использования отработанной формовочной смеси в составе горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона типа Г. Были изучены физико-механические свойства отработанной формовочной смеси и спроектирован зерновой состав асфальтобетонной смеси. Проведенные испытания образцов асфальтобетона показали, что они соответствуют требованиям ГОСТ 9128-2013. Использование отработанной формовочной смеси в составе асфальтобетона сокращает расходы на ее производство на 4 % по сравнению с использованием традиционных мелких минеральных заполнителей.

Ключевые слова: асфальтобетон, техногенные материалы, отход сталелитейного производства, отработанная формовочная смесь, физико-механические показатели.

POSSIBLE USE OF WASTE OF STEEL PRODUCTION IN ASPHALT CONCRETE

Tyuryukhanov K. Yu., Pugin K. G.

The article discusses the issue of the possible use of steel production, waste molding sand, which is part of the hot dense fine-grained asphalt concrete. Some technogenic materials are not inferior in their physico-mechanical and physico-chemical properties to traditional stone mineral materials. With the help of which it is possible to manufacture composite materials used in the construction and road-building industries. This solves the issue of the economic component in the acquisition of raw materials for the manufacture of finished structures, as well as with the storage and disposal of waste from various industries in the Russian Federation.

Keywords: asphalt concrete, technogenic materials, waste of steel production, spent molding sand, physical and mechanical properties.

Российская Федерация по своим темпам и объемам добываемых природных ресурсов достигла такого уровня, что остро встает вопрос о размещении и утилизации отходов промышленных предприятий. По отходообразующим отраслям объемы образования распределяются следующим образом (%): 56 – угольдобывающая, обогатительная промышленность, 11 – черная металлургия, 15 – цветная металлургия, 14 – добыча прочих полезных ископаемых, 1 – сельское, лесное хозяйство [2]. Отходы не только формируют техногенную нагрузку на окружающую среду, но и обладают ресурсным потенциалом, который возможно использовать для получения строительных материалов [1, 3, 5]

На базе Пермского национального исследовательского политехнического университета в лаборатории НИИЛ «ДОРИСС» при кафедре «Автомобильные дороги и мосты» производились работы по испытанию отхода сталелитейного производства – отработанной формовочной смеси (ОФС), образованной на одном из предприятий Приволжского Федерального округа. Данный отход является сыпучим однородным материалом, основой которого является кварцевый песок, зерновой и химический состав которого был изучен ранее и представлен в работе [6]. Анализ технологии его образования и исследование поверхности частиц ОФС показал, что в результате технологических операций на предприятии кварцевый песок претерпевает ряд механических и химических воздействий, способствующих улучшению адгезионной способности поверхности его частиц при взаимодействии с битумом. Это позволяет образовывать более прочную структуру в асфальтобетоне [4, 7, 8]. На основании полученных данных об ОФС был спроектирован зерновой состав горячей плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа Г марки I, где данный отход нашел при-

менение в качестве мелкого минерального заполнителя. Произведенные испытания асфальтобетона с использованием ОФС в качестве мелкого минерального материала показали, что он соответствует требованиям ГОСТ 9128-2013. Прочность образцов при разных температурных режимах достигает следующих значений, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические показатели асфальтобетона типа Г марки I

Показатели	Требования ГОСТ 9128-2013	Фактические показатели
1. Средняя плотность 2. г/см ³	–	2,40
2. Предел прочности при сжатии, МПа:		
20 °С, не менее	2,5	3,87
50 °С, не менее	1,3	1,89
0 °С, не более	11,0	6,38

Проведенные экономические расчеты показали, что использование ОФС в составе асфальтобетона сокращает расходы на ее производство на 4 % по сравнению с использованием традиционных (природных) мелких минеральных заполнителей, Данную асфальтобетонную смесь возможно использовать для благоустройства придомовых территорий, асфальтирования пешеходных и беговых дорожек в городских парках и зонах отдыха.

Проведенные исследования позволяют сделать несколько основных выводов: отход сталелитейного производства ОФС возможно использовать в составе горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона в качестве мелкого минерального заполнителя с достижением нормативных показателей ГОСТ 9128-2013; экономия денежных средств составляет до 4 %; использование ОФС в составе асфальтобетона позволяет расширить номенклатуру строительных материалов, а также снизить техногенную нагрузку на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарев Б. А. Исследование свойств щебеночно-мастичных асфальтобетонов на заполнителях из литого шлакового щебня / Б. А. Бондарев, Л. А. Прозорова, Ю. В. Штефан // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2014. – № 3 (35). – С. 96–106.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». – М. : Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. – 888 с.
3. Доля А. Г. Эффективное использование пород шахтных отвалов в дорожном строительстве / А. Г. Доля, Д. А. Шатворян, Д. В. Смирнова, И. П. Жуков // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2017. – № 2 (124). – С. 94–101.
4. Емельянычева Е. А. Способы улучшения адгезионных свойств дорожных битумов к минеральным материалам / Е. А. Емельянычева, А. И. Абдуллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 198–204.
5. Ликомаскина М. А. Исследование влияния минеральных порошков различного химико-минералогического состава на свойства асфальтобетонных смесей / М. А. Ликомаскина, М. С. Р. Алнаиф, А. И. Сальникова, А. А. Миронов // Региональная архитектура и строительство. – 2017. – № 2 (31). – С. 53–63.
6. Пугин К. Г. Исследование гранулометрического состава отработанного формовочного песка / К. Г. Пугин, Д. А. Агапитов, К. Ю. Тюрюханов // Методы проектирования и оптимизации технологических процессов : Сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 45–47.
7. Тюрюханов К. Ю. Исследование взаимодействия битума с минеральными частицами в асфальтобетоне / К. Ю. Тюрюханов, К. Г. Пугин // Транспортные сооружения. – 2018. – Т. 5. – № 1. – С. 19.
8. Тюрюханов К. Ю. Особенности взаимодействия битума с отработанной формовочной смесью / К. Ю. Тюрюханов, К. Г. Пугин // Роль опорного вуза в развитии транспортно-энергетического комплекса Саратовской области (ТРАНСЭНЕРГОКОМ-2018) : Сб. науч. трудов по материалам Всеросс. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 414–416.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И НАКОПЛЕНИЕ В НИХ РАДИОНУКЛИДОВ

Наумова Галина Васильевна, доктор технических наук, профессор, Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, zhmakova@mail.ru

Пироговская Галина Владимировна доктор сельскохозяйственных наук, Институт почвоведения и агрохимии, Беларусь, г. Минск, brissa_pir@mail.ru

Жмакова Надежда Анатольевна, кандидат технических наук, Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, zhmakova@mail.ru

Макарова Наталья Леонидовна, кандидат технических наук, Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, nat.makarova05@gmail.com

Овчинникова Татьяна Феликсовна, кандидат технических наук, Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск

Представлены результаты исследований по оценке эффективности применения регуляторов роста растений из природного сырья для некорневой обработки клеверно-злаковых смесей, их влияния на урожайность и содержание радионуклидов в сене.

Ключевые слова: регуляторы роста растений, урожайность, накопление радионуклидов, цезий, стронций.

THE EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATORS ON YIELD OF PERENNIAL GRASSES AND THE ACCUMULATION OF THESE RADIONUCLIDES

Naumova G. V., Pirogovskaya G. V., Zhmakova N. A., Makarova N. L., Ovchinnikova T. F.

The results of studies to assess the effectiveness of plant growth regulators from natural raw materials for non-root processing of clover-cereal mixtures, their impact on the yield and content of radionuclides in hay are presented.

Keywords: plant growth regulators, yield, accumulation of radionuclides, cesium, strontium.

На землях, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, ограничено применение некоторых пестицидов и регуляторов роста растений [2], то есть земледелие в этой зоне нуждается в биологически активных препаратах, благоприятно влияющих на качественные показатели выращиваемой продукции и, в первую очередь, по содержанию в ней радионуклидов. Значительный научный интерес представляло исследование в этих регионах эффективности применения регуляторов роста растений природного происхождения, разработанных в Институте природопользования НАН Беларуси на основе гумусоудержающего и растительного сырья – торфа (препарат Гидрогумат), ростков солода (препарат Мальтамин) и лужги гречневой (препарат Феномелан) [2]. Среди множества факторов, влияющих на поступление радионуклидов в растения, биологически активные препараты относятся к наименее изученным.

Учитывая экологическую безопасность этих препаратов для окружающей среды и здоровья человека, Государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений Республики Беларусь рекомендовала их для применения в растениеводстве под различными культурами, в том числе и на землях, загрязненных радионуклидами с плотностью свыше 15 Ки/км² [1].

Значительное место среди сельскохозяйственных культур, выращиваемых на территориях с повышенным уровнем радиации, занимают многолетние травы. Однако систематических исследований по оценке действия различных регуляторов роста растений, полученных на основе природного сырья, при некорневой обработке трав на «загрязненных» территориях не проводилось.

Целью настоящей работы являлось изучение эффективности применения некорневых обработок регуляторами роста на основе природного сырья клеверно-злаковых смесей (клевер луговой, тимофеевка, ежа сборная) с последующей оценкой урожайности и содержания радионуклидов цезия (^{137}Cs) и стронция (^{90}Sr) в сене.

Исследования проводили на дерново-подзолистой, временно избыточно увлажняемой супесчаной почве, развивающейся на связных супесях, подстилаемых с глубины 0,45 м моренными суглинками (КСУП «Новоселки» Ветковского района Гомельской области).

Агрохимические показатели пахотного горизонта перед закладкой опытов следующие: pH_{KCl} 5,7–6,3, содержание P_2O_5 287–313 и K_2O 315–324 мг/кг почвы (по Кирсанову), содержание гумуса (по Тюрину) – 1,85 %. Плотность загрязнения почвы по ^{137}Cs – 10,6–12,8 Ки/км², по ^{90}Sr – от 0,40 до 0,60 Ки/км². Эффективность регуляторов роста растений изучалась на фоне внесения стандартных фосфорных (аммонизированный суперфосфат) и калийных (хлористый калий) удобрений. Азотные удобрения не вносились.

Исследования проводились в течение ряда лет, в данной работе представлены результаты двух лет, один из которых был влажным, а второй – засушливым. В первый (влажный) год опыты поставлены на поле трав первого года пользования, во второй год (засушливый) на травах и первого, и второго года пользования.

Результаты исследований показывают, что в условиях влажного года достоверная прибавка урожая (3,1–3,3 ц/га) сена клеверно-злаковых смесей (клевер 70 % + тимофеевка 30 %) в сумме по двум укосам трав получена при некорневой обработке посевов регуляторами роста растений Мальтамин и Гидрогумат на фоне фосфорно-калийных удобрений по сравнению с вариантом без обработки регуляторами роста растений (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста растений на урожайность сена клеверно-злаковых смесей

Вариант	Урожайность					
	В условиях влажного года		В условиях сухого года			
	Травы 1-го года пользования		Травы 1-го года пользования		Травы 2-го года пользования	
	Сумма двух укосов	Прибавка, ц/га	1-й укос	Прибавка, ц/га	1-й укос	Прибавка, ц/га
Контроль без удобрений	55,7	–	40,4	–	36,4	–
$\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ (фон)	61,8	–	53,3	–	41,5	–
Фон + Феномелан	63,6	1,8	55,3	2,0	43,3	1,8
Фон + Мальтамин	64,9	3,1	53,7	0,4	44,1	2,6
Фон + Гидрогумат	65,1	3,3	55,4	2,1	43,6	2,1
$\text{НСР}_{0,05}$		2,19		2,37		2,04

В условиях засушливого года обработка посевов клеверно-злаковых смесей первого года пользования (клевер 60 % + ежа сборная 40 %) регуляторами роста растений различной природы не привела к достоверному увеличению урожая сена. На травах второго года пользования максимальное увеличение урожайности сена трав (2,1–2,6 ц/га) получено при обработке трав Мальтамином и Гидрогуматом (таблица 1).

Установлено, что в условиях влажного года наблюдалась тенденция снижения в сене клевера лугового первого укоса удельной активности по ^{137}Cs на 5,3–14,5 %. В сене клевера второго укоса ни в одном из вариантов не было отмечено снижения количества радионуклидов.

В засушливом году в сене клевера первого укоса, как первого, так и второго года пользования, некорневые обработки регуляторами роста растений способствовали снижению ^{137}Cs на 9,4–37,2 % (таблица 2).

В условиях влажного года в сене клевера лугового первого укоса для всех препаратов выявлено также снижение удельной активности ^{90}Sr на 10,8–16,5 %, а в сене второго укоса – только в варианте с Гидрогуматом (на 9,2 %); в условиях засушливого года содержание ^{90}Sr

снижалось на 6,4–27,0 % в зависимости от регулятора роста растений (таблица 3). При этом наиболее эффективными были варианты с использованием Гидрогумата.

Таблица 2 – Влияние некорневых обработок регуляторами роста растений на снижение загрязнения ^{137}Cs сена клевера лугового

Вариант	Удельная активность сена клевера, Бк/кг							
	В условиях влажного года				В условиях сухого года			
	Травы 1-го года пользования				Травы 1-го года пользования		Травы 2-го года пользования	
	1-й укос		2-й укос		1-й укос		1-й укос	
	Бк/кг	% к фону	Бк/кг	% к фону	Бк/кг	% к фону	Бк/кг	% к фону
Контроль без удобрений	93	–	100	–	130	–	140	–
$\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ (фон)	76	–	85	–	117	–	148	–
Фон + Феномелан	65	–14,5	84	–1,2	102	–12,8	124	–16,2
Фон + Мальтамин	68	–10,5	89	+4,7	106	–9,4	93	–37,2
Фон + Гидрогумат	72	–5,3	88	+3,5	102	–12,8	95	–35,8
$\text{НСР}_{0,05}$	8,1	10,7	9,2	10,8	14,0	10,3	19,1	12,9

Таблица 3 – Влияние некорневых обработок регуляторами роста растений на снижение загрязнения ^{90}Sr сена клевера лугового

Вариант	Удельная активность сена клевера, Бк/кг							
	В условиях влажного года				В условиях сухого года			
	1-й год пользования				1-й год пользования		2-й год пользования	
	1-ый укос		2-ой укос		1-ый укос		1-ый укос	
	Бк/кг	% к фону	Бк/кг	% к фону	Бк/кг	% к фону	Бк/кг	% к фону
Контроль без удобрений	239	–	241	–	199	–	249	–
$\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ (фон)	194	–	218	–	172	–	222	–
Фон + Феномелан	167	–13,9	214	–1,8	135	–21,5	207	–6,7
Фон + Мальтамин	173	–10,8	216	–0,9	161	–6,4	189	–14,9
Фон + Гидрогумат	162	–16,5	198	–9,2	141	–18,0	162	–27,0
$\text{НСР}_{0,05}$	8,9	4,6	9,5	4,4	19,0	11,0	25,0	13,2

При некорневых обработках регуляторами роста растений злаковых трав – тимофеевки и ежи сборной – наблюдалась лишь тенденция снижения накопления ^{137}Cs в сене (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние некорневых обработок регуляторами роста растений на снижение загрязнения ^{137}Cs сена злаковых трав

Вариант	Удельная активность сена, Бк/кг			
	Тимофеевка		Ежа	
	Бк/кг	% к фону	Бк/кг	% к фону
Контроль без удобрений	108	–	149	–
$\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ (фон)	105	–	133	–
Фон + Феномелан	103	–1,9	134	+0,7
Фон + Мальтамин	100	–4,8	120	–9,8
Фон + Гидрогумат	92	–12,3	114	–14,3
$\text{НСР}_{0,05}$	14,7	14,0	20,7	15,6

Применение Гидрогумата на тимофеевке приводило к снижению на 12,3 % поступления этого радионуклида в сено, на ежа сборной – на 14,3 %, а в варианте с Мальтамином на 4,8 и 9,8 % отношению к фону.

Содержание ^{90}Sr в сене злаковых трав при некорневых обработках регуляторами роста растений уменьшалось в пределах 14,1–33,3 % (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние некорневых обработок регуляторами роста растений на снижение загрязнения ⁹⁰Sr сена злаковых трав в 2002 г.

Вариант	Удельная активность сена, Бк/кг			
	Тимофеевка		Ежа	
	Бк/кг	% к фону	Бк/кг	% к фону
Контроль без удобрений	62	–	80	–
P ₆₀ K ₁₂₀ (фон)	64	–	57	–
Фон+Феномелан	50	–21,9	38	–33,3
Фон+Мальтамин	49	–23,4	45	–21,1
Фон+Гидрогумат	55	–14,1	41	–28,1
НСР _{0,05}	10,1	15,8	5,8	10,2

Таким образом, некорневые обработки посевов клеверно-злаковых смесей регуляторами роста растений из торфа и растительного сырья на почвах, зараженных радионуклидами, повышают урожай сена на 1,8–3,3 ц/га и имеют тенденцию к снижению удельной активности в нем радионуклидов: ¹³⁷Cs на 9,4–37,2, ⁹⁰Sr на 10,8–33,3 % по отношению к вариантами без внесения регуляторов роста растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог пестицидов, разрешенных для применения в Республике Беларусь / Минск : Ураджай, 2017. – 295 с.
2. Томсон, А.Э. Торф и продукты его переработки / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 328 с.

УДК 574.24

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА *MEDICAGO SATIVA L. NOTHOSUBSP. VARIA (MARTYN)* ДЛЯ ДЕТОКСИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ

Шплис Ольга Николаевна, старший преподаватель, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России), **Россия**, г. Томск, *olyazmeewa@yandex.ru*

Дайбова Елена Борисовна, кандидат химических наук, зав. центром, Сибирский Научно-исследовательский Институт Сельского Хозяйства и Торфа – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН), **Россия**, г. Томск, *edaibova@yandex.ru*

Каракчиева Наталья Ивановна – кандидат химических наук, научный сотрудник, Сибирский Научно-исследовательский Институт Сельского Хозяйства и Торфа – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН), **Россия**, г. Томск

Данное исследование было направлено на изучение влияния предпосевной обработки суспензией наночастицами оксида кремния на биологические и физиологические особенности *Medicago sativa L. nothosubsp. varia* (Martyn), в частности фиторемидиационный потенциал. Результаты проведенных исследований показали, что люцерна характеризуется избирательной чувствительностью к исследованным наночастицам (НЧ), что определяет специфику изменений общей поглощательной способности и химизма растения. Выявлено повышение интенсивности поглощения ТМ от 10 до 500 % и транслокационного коэффициента от 0,1 до 294 % в растении после воздействия суспензией наночастиц SiO₂ относительно контроля. Также установлено, что обработка суспензиями SiO₂ в концентрациях 3, 1,5 и 0,3 мг/л способствовала повышению коэффициентов биологического поглощения и транслокационного по отношению к цинку (Zn) в несколько раз (КБП – 1–6,4 раза; ТК – 57 % – 3,3 раза) относительно контроля. При концентрации 0,3 мг/л произошло повышение КБП в 4,7 раза, а ТК в 1,2 раза по отношению к меди (Cu).

Ключевые слова: *Medicago sativa L. nothosubsp. varia* (Martyn), наночастицы кремния, фиторемидиационный потенциал, детоксикация, тяжелые металлы, биологический метод.

A METHOD OF INCREASING THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF *MEDICAGO SATIVA. VARIA (MARTIN)* FOR DETOXIFICATION OF HEAVY METAL CONTAMINATED SOILS

Shplis O. N., Daibova E. B., Karakchieva N. I.

This study was aimed at studying the effect of presowing treatment of silicon oxide nanoparticles by suspension on biological and physiological characteristics of *Medicago sativa. varia (Martin)*, in particular phytoremediation potential. The results of the studies have shown that alfalfa is characterized by selective sensitivity to the studied nanoparticles (NPS), which determines the specificity of changes in the total absorption capacity and chemistry of the plant. It was found that the intensity of TM absorption increased from 10 % to 500 % and the translocation coefficient increased from 0.1 % to 294 % in the plant after the action of SiO₂ nanoparticles suspension relative to the control. It was also found that treatment with SiO₂ suspensions at concentrations of 3 mg/l; 1.5 mg/l and 0.3 mg/l contributed to the increase of biological absorption and translocation coefficients with respect to zinc (Zn) several times (KBP – 1–6.4 times; TC – 57 % - 3.3 times) with respect to control. At a concentration of 0.3 mg/l, there was an increase in KBP by 4.7 times, and TC by 1.2 times with respect to copper (Cu).

Keywords: *Medicago sativa L. nothosubsp. varia (Martin)*, silicon nanoparticles, phytoremediation potential, detoxification, heavy metals, biological method.

Одним из наиболее перспективных способов детоксикации почв от тяжелых металлов (ТМ) является фиторемедиация. Как известно, фиторемедиационные технологии представляют собой способ выведения токсикантов из почв с помощью растений и микроорганизмов [1, 3]. С помощью этой технологии, можно удалить как неорганические (тяжелые металлы и радионуклиды), так и органические (нефтяные углеводороды, хлорированные растворители, взрывчатые вещества, пестициды) и другие поллютанты [2, 5]. Одним из широко используемых растений для фиторемедиации почв, является люцерна посевная (*Medicago sativa L.*), поскольку это растение обладает высокой устойчивостью, способностью аккумулировать токсиканты и транспортировать их в надземные органы, тем самым очищая почву [3], в ее ризосфере создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов–деструкторов нефти и нефтепродуктов [4, 6].

Целью данной работы было изучение влияния предпосевной обработки наночастицами оксида кремния на универсальные показатели интенсивности биологического поглощения элементов в агроландшафте.

Расчет коэффициентов биологического поглощения для люцерны по отношению к Cd, Cu, Pb, Zn произведен на основе данных по содержанию тяжелых металлов в почве и в органах растения. Данные в таблице 1 демонстрируют, что обработка суспензиями SiO₂ в концентрациях 3, 1,5 и 0,3 мг/л способствовала повышению коэффициентов биологического поглощения и транслокационного по отношению к цинку (Zn) в несколько раз (КБП – 1–6,4 раза; ТК – 57 % – 3,3 раза) относительно контроля. Концентрация 0,3 мг/л повышает КБП – в 4,7 раза; ТК – в 1,2 раза по отношению к меди (Cu).

Таблица 1 – Влияние предпосевной обработки НЧ кремния на коэффициент биологического поглощения (КБП), транслокационный коэффициент (ТК)

Обработка	Коэффициент биологического поглощения (КБП)				Транслокационный коэффициент (ТК)			
	Тяжелые металлы				Тяжелые металлы			
	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu
Контроль (без обработки)	0,05	0,08	0,18	0,19	1,41	2	8,8	2,47
SiO ₂ 3мг/л	0,1	0,08	0,4	0,05	2,96	2	1,79	2,59
SiO ₂ 1,5мг/л	0,16	0,08	0,24	0,12	2,22	2	7,58	1,72
SiO ₂ 0,3мг/л	0,32	0,08	0,03	0,9	4,76	0,83	1,74	3,06

Стоит отметить, что повышение КБП по отношению к меди (Cu) происходит на фоне снижения коэффициента биологического поглощения свинца (Pb) в 6 раз относительно контроля. При обработке водной суспензиями в концентрациях 3,1, 5 повышение КБП по отношению к свинцу (Pb) происходит на фоне снижения коэффициента биологического по-

глощения в 1–3,8 раза по отношению к меди (Cu). Наблюдается четкая корреляционная зависимость конкурентного поглощения свинца (Pb) и меди (Cu).

Установлено, что предпосевная обработка суспензиями оксида кремния разных концентраций оказала выраженное стимулирующее влияние на интенсивность коэффициентов биологического и транслокационного поглощения по отношению к меди (КБП=0,9, ТК=3,06), что говорит о выраженной способности к накоплению данного металла в биомассе исследуемого растения и к транслокации из корней в надземные органы.

Таким образом, разработанный способ предпосевной обработки суспензией SiO₂ в разных концентрациях оказал стимулирующее влияние на повышение не только продуктивности и биометрических показателей, но и на повышение фиторемедиационного потенциала растения (*Medicago sativa* L. nothosubsp. *varia* (Martin)) [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Муратова А. Ю. Использование люцерны и тростника для фиторемедиации загрязненного углеводородами грунта / А. Ю. Муратова, О. В. Турковская, Т. Хюбнер, П. Кушк // Прикладная биохимия и микробиология. – 2003. – Т. 39 (6). – С. 681–688.
2. Arthur E. L. Phytoremediation – An Overview / E. L. Arthur, P. J. Rice, P. J. Rice, T. A. Anderson, S. M. Baladi, K. L. D. Henderson, J. R. Coats // Critical Reviews in Plant Sciences. – 2005. – Vol. 24. – P. 109–122,
3. Chaney R. L. Phytoremediation of soil metals / R. L. Chaney, M. Malik, Y. M. Li, S. L. Brown, E. P. Brewer, J. S. Angle, A. J. M. Baker // Curr. Opin. Biotechnol. – 1997. – V. 8. – N 3. – P. 279–284. .
4. Chaney R. L. Plant uptake of inorganic waste constituents / R. L. Chaney // Land treatment of hazardous wastes. – Park Ridge, USA, New York : Noyes Data Corp., 1983. – P. 50–76.
5. Kireeva N. A., Tarasenko E. M., Bakaeva M. D. (2004) Detoksikacija neftezagriznennyh pochv pod posevami ljucerny (*Medicago sativa* L.) [Detoxification of oil contaminated soils under alfalfa (*Medicago sativa* L.) plantations] // Agrokhimiya. – (10): 68–72.
6. Meagher R. B. Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants / R. B. Meagher // Current Opinion in Plant Biology. – 2000. – Vol. 3. – P. 153–162.

УДК 631:452:631.879.42

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КУБАНИ

Антоненко Дарья Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, Краснодар, ул. Калинина, 13, dasha-slav@rambler.ru

В статье затрагивается проблема сохранения плодородия земель, активно используемых в сельском хозяйстве для выращивания культур. Плодородные почвы Кубани в результате интенсивного земледелия, направленного на достижение высоких урожаев, полное раскрытие биологического потенциала культур и выполнение потребительских функций, претерпевают колоссальные изменения. Прежде всего страдает физическое состояние почвы, являющиеся одним из составляющих плодородия. Современные агротехнологии должны направлены на улучшение физического состояния почвы и сохранение экологически оптимальных условия для выращивания сельскохозяйственных культур. В данной работе рассматриваются наиболее благоприятные физические условия почвы при выращивании пшеницы. Выявлено, что лимитирующими факторами для данной культуры в условиях степной зоны Кубани являются плотность сложения, пористость почвы и степень ее увлажнения. Приводятся результаты многолетних исследований, направленных на оценку воздействия сложного компоста на физические свойства чернозема обыкновенного. Отмечено благоприятное влияние данного удобрения на структуру и водопрочность почвы, плотность пахотного слоя и запасы влаги.

Ключевые слова: агроландшафт, сельское хозяйство, плодородие почвы, физическое состояние почвы, деградация черноземов, экологический оптимум, пшеница, сложный компост, продуктивность пшеницы.

ECOLOGICAL SIGNIFICANCE OF THE PHYSICAL STATE OF SOIL IN SOWING OF WINTER WHEAT UNDER CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE OF KUBAN

Antonenko D. A.

The problem of preserving fertility of lands used in agriculture for growing crops is addressed in the article. The fertile soils of Kuban as a result of intensive farming, aimed at achieving high yields, full disclosure of the biological potential of crops and the fulfillment of consumer functions, are undergoing tremendous changes. First of all, the physical condition of the soil, which is one of the components of fertility, suffers. Modern agricultural technologies should be aimed at improving the physical condition of soil and the preservation of environmentally optimal conditions for growing crops. The most favorable physical conditions of soil when growing wheat are considered in this paper. The density of addition, the porosity of soil and degree of its moisture are the limiting factors for this culture in conditions of the steppe zone of Kuban. The results of many years of research aimed at assessing the impact of complex compost on physical properties of ordinary chernozem are given. The favorable effect of this fertilizer on the structure and water resistance of soil, the density of the arable layer and moisture reserves are noted.

Keywords: agrolandscape, agriculture, soil fertility, soil physical condition, chernozem degradation, ecological optimum, wheat, complex compost, wheat productivity.

Выращивание культурных растений, использование агроландшафтов человеком прослеживается с древних времен. На наше время эта отрасль развивается во многих странах мира и является неотъемлемой частью их экономического развития. Активное землепользование, бесконечная распашка и вовлечение в оборот новых пригодных для сельского хозяйства земель является нормой сегодняшних дней. В тоже время, агроландшафт по своему строению ближе к природным ландшафтам, которые играют немаловажную роль в его функционировании [7, 8].

Основным блоком агроландшафта является почва, представляющая собой результат длительного взаимодействия многих факторов (климат, рельеф, подстилающие породы, биота), включая антропогенное воздействие в виде агротехнологий интенсивного земледелия. Плодородие почвы – важнейшее качество, используемое в человеческой деятельности. Почва также обладает экологическими функциями, обеспечивающими устойчивость биосферы в целом, а, следовательно, сохранение и дальнейшее развитие человеческой цивилизации на Земле [11].

В современном мире природные почвы вовлечены в техносферные процессы, и их основная функция связана с производством сельскохозяйственной продукции, что приводит к нарушению многих экологических взаимосвязей в биосфере. При потребительском отношении почва как главный компонент любого агроландшафта (поля севооборота, пастбище, сенокос и т. п.) претерпевает колоссальные изменения. Естественное плодородие почв во многих регионах планеты уже использовано, а интенсивный, порой и хищнический характер хозяйствования привел к обострению многих экологических проблем [9, 11].

Одной из причин интенсивного развития деградационных процессов послужило пренебрежение экологическими основами сельского хозяйства. Используемые технологии возделывания сельскохозяйственных культур являются экологически несовершенными и ориентированы только на достижение высоких урожаев, полное раскрытие биологического потенциала культур и выполнение потребительских функций. Такое растениеводство, перво-степенной составляющей которого является использование агрохимикатов и пестицидов, привело к серьезным изменениям почвенного покрова (ухудшению структуры почвы, уменьшению содержания гумуса, загрязнению минеральными удобрениями, пестицидами, нефтепродуктами; изменению функциональных качеств почвы как среды обитания организмов (почвенных микроорганизмов, мезо- и макрофауны)). Все эти негативные изменения превратили почвы в почвоподобные образования со сниженными экологическими функциями, низким плодородием и неблагоприятными условиями для жизнедеятельности живых организмов [2, 5, 6].

Однако не стоит забывать, что почвенное плодородие – это исчерпаемый ресурс, который должен достаться будущим поколениям. Наиболее ярко антропогенное воздействие отмечено на уникальных черноземах Кубани, восстановление которых становится чрезвы-

чайно острой проблемой и которые нуждаются в постоянном мониторинге и требуют неотложной рекультивации. Поэтому весьма актуальным является поиск путей и методов восстановления экологических функций почв агроландшафтов, улучшения ее физического состояния, что приведет к формированию благоприятных свойств почвы как среды обитания. Необходимо охранять почвы, переходить на органическое земледелие возделывания сельскохозяйственных культур, направленное на весьма умеренное использование минеральных удобрений и пестицидов. Конкретные практические мероприятия должны отличаться переходом на взаимовыгодный характер отношений человека и природы, направленный, с одной стороны, на приостановление деградиционных процессов агроландшафтов и их основных составляющих (почвенного и растительного покровов), а с другой – на получение экологически безопасной продукции [2, 3, 5].

В последнее время приобретает популярность использование различных отходов в качестве удобрений, их смешивание и приготовление сложных компостов. Многие исследования направлены на изучение свойств отходов различных производств и оценку возможности их использования для компостирования, а в дальнейшем – на определение воздействия отходов в чистом виде и в составе компостов на свойства почв сельхозугодий. Такие удобрения благоприятно влияют на свойства почвенного покрова, повышая его плодородие и способствуя восстановлению его экологических функций [1, 2].

Как известно понятие плодородия почвы включает множество почвенных характеристик, охватывающих все свойства почвы. Недостаток или избыток одного из слагаемых компонентов плодородия ограничивает возможности получения урожая и часто приводит к гибели растений [10, 12]. Одним из факторов почвенного плодородия является его физическое состояние, которое определяется сложением, структурой и ее водопропускностью, водными и воздушными свойствами, плотностью сложения и др.

Для разных культур физические параметры имеют определенные оптимальные значения, которые способствуют высокой продуктивности аграрных ландшафтов. В степной зоне Кубани обширные площади посевов занимает озимая пшеница, к высоким урожаям которой стремится каждое агропредприятие. Любой агроландшафт так или иначе призван удовлетворять потребности человечества, для этого он и был создан. Здесь решающим для сохранения плодородия являются способы и технологии, благодаря которым достигается потребительская цель. Они не должны негативно сказываться на свойствах почвы (химических, физических, биологических), а наоборот поддерживать плодородие почвы, сохранять ее экологические функции. Актуальным в последнее время является переход на органическое земледелие с использованием сложных компостов, включающих органические и минеральные отходы, снижение доз минеральных удобрений, уменьшение почвенной обработки орудиями [4, 6]. В данной статье будут рассмотрены оптимальные значения некоторых физических показателей почвы при выращивании пшеницы, а также будут приведены сравнительные результаты многолетних исследований, направленных на улучшение физического состояния почвы при внесении сложных компостов.

Озимая пшеница является древнейшей, наиболее значимой в хозяйственном отношении культурой, так как служит основным поставщиком растительного белка. Зона выращивания пшеницы занимает главные климатические пояса Земли, но наиболее оптимальные условия для пшеницы – это суббореальные и субтропические степные зоны. При этом для данной культуры наиболее благоприятны почвы, которые богаты гумусом, имеют хорошие водно-физические свойства, нейтральную реакцию среды, повышенное содержание зольных элементов [11].

Экологический оптимум некоторых физических характеристик почвы для пшеницы можно определить следующими показателями: тяжело-, среднесуглинистый и глинистый гранулометрический состав, хорошая структурная агрегированность (содержание агрегатов размером 0,25–10 мм около 60–80 %, водопрочных агрегатов на уровне 50–70 %), плотность корнеобитаемой толщи 0–20 см должна быть < 1,25 г/см³, увлажнение на уровне 60–70 % от полевой влагоемкости, нейтральная или слабощелочная реакция среды (рН 6,5–8,5), повышающая белковость зерна. Пшеница отрицательно реагирует на ухудшением структурного состояния, развитие водной и ветровой эрозии. Богатые рыхлые почвы способствуют развитию мощной корневой системы пшеницы и глубокому ее проникновению по профилю почвы (до 2 м), что обеспечивает лучшее водоснабжение растений.

На Кубани основные посевы пшеницы сосредоточены на черноземных почвах, однако данная культура очень отзывчива к деградации этих почв. В связи с этим агротехнологии выращивания пшеницы в крае должны включать противоэрозионные мероприятия и регулярное внесение органических или органоминеральных удобрений.

Нами проводились исследования физического состояния чернозема обыкновенного в посевах озимой пшеницы в хозяйстве ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района. Результаты исследований представлены в таблице 1. Исходя из описанных выше границ экологических оптимумов для пшеницы и полученных результатов, видно, что некоторые показатели исследуемой почвы не входят в эти пределы или находятся на минимальном уровне. Так содержание физической глины в почве под посевами озимой пшеницы в среднем составило 62–64 %, что относит почву к среднему суглинку и является оптимальным при выращивании данной культуры. Структурное состояние чернозема обыкновенного находится на удовлетворительном уровне (содержание агрономически ценных агрегатов варьировало от 63 до 72 %). При воздействии водой ценные агрегаты сильно разрушались и их содержание при «мокром» просеивании снизилось до 47–49 %, что заметно меньше оптимальных значений при выращивании пшеницы (таблица 1).

Таблица 1 – Физические свойства чернозема обыкновенного под посевами зимой пшеницы, ОАО «Заветы Ильича»

Показатель	Среднее значение
Содержание физической глины, %	62,0–64,0
Содержание агрономически ценных агрегатов («сухое просеивание» по Саввинову), %	63,0–72,0
Содержание водопрочных агрегатов («мокрое просеивание» по Саввинову), %	47,0–49,0
Плотность сложение (0-20 см), г/см ³	1,28–1,30
Пористость, %	48,0–50,0
Водовместимость, %	37,0–40,0
Полевая влажность пахотного слоя (0-20 см), %	20,5–24,5
Запасы влаги в слое 0-20 см, мм	52,0–63,0
pH	8,0–8,2

Аналогичная тенденция характерна и для плотности сложения пахотного слоя (0–20 см): средние значения варьируют от 1,28 до 1,30 г/см³, что выше экологического оптимума. Соответственно высокая плотность почвы негативно сказывается на обеспеченности почвы водой и воздухом. Еще одним лимитирующим фактором при выращивании озимой пшеницы в условиях степной зоны Кубани является увлажнение почвы. Выше было указано, что экологически оптимальный уровень увлажнения должен составлять 65% от полной влагоемкости почвы, то есть в нашем случае 24–26 %. Из таблицы 1 видно, что полевая влажность в посевах озимой пшеницы в среднем составляет 20,5–24,5 %, что ниже указанных оптимальных границ. Реакция среды почвы составляет 8,0–8,2 ед., что благоприятно для растений пшеницы.

Таким образом ряд показателей исследуемой почвы (содержание водопрочных агрегатов, плотность сложения, пористость и увлажнение) не соответствуют экологическим оптимумам для пшеницы. Для улучшения некоторых свойств почвы нами было предложено в качестве органического удобрения использование сложного компоста, включающего полуперепревший навоз КРС, фосфогипс и растительные остатки в соотношении 7 : 1 : 1. Результаты пятилетней оценки влияния сложного компоста на свойства чернозема обыкновенного в посевах озимой пшеницы представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что внесение в почву сложного компоста положительно влияет на ее физическое состояние. Так содержание агрономически ценных агрегатов в среднем за 5 лет повысилось на 4–5 %. Как на контроле так и с внесением компоста данный показатель находится в пределах экологического оптимума для пшеницы. Однако содержание водопрочных агрегатов >0,25 мм на контроле существенно ниже по сравнению с опытом и составило 48%, что ниже благоприятных значений. Дополнительное внесение органики в почву положительно сказалось на способности почвы противостоять разрушающему действию

воды. Доля водопрочных частиц увеличилась до 55 %. Плотность сложения пахотного слоя на контроле варьировала от 1,27 до 1,29 г/см³, тогда как на опытных участках – от 1,12 до 1,18 г/см³. Соответственно повысилась водовместимость и пористость почвы в посевах озимой пшеницы при внесении компоста. Разрыхление пахотного слоя почвы и увеличение его воздухоемкости способствует развитию более мощной корневой системы пшеницы, проникающей вглубь до 2 м и обеспечивающей влагой все растение. Содержание влаги в пахотном слое также повышается с внесением компоста. В среднем за 5 лет данное увеличение составило 17,5 % по сравнению с контрольной почвой (контроль – 23,5, компост – 29,6 %) , что входит в экологически оптимальные границы для пшеницы. Запасы влаги в пахотном слое на контрольных участках в среднем составили 59,4 мм, на опытных – 68,6 мм (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты оценки влияния сложного компоста на физическое состояние чернозема обыкновенного в посевах озимой пшеницы

Показатель	Экологический оптимум для пшеницы	Год исследований									
		1		2		3		4		5	
		кон троль	ком-пост	кон троль	ком пост	кон троль	ком пост	кон троль	ком пост	кон троль	ком пост
Содержание агрегатов 0,25–10 мм, %	60–80	73,6	77,2	71,9	74,4	72,5	76,9	71,6	76,0	70,5	74,5
Содержание водопрочных агрегатов > 0,25 мм, %	50–70	48,0	53,2	48,8	54,6	49,0	55,6	47,2	55,0	48,4	53,9
Плотность сложение (0–20 см), г/см ³	менее 1,25	1,28	1,17	1,29	1,18	1,25	1,14	1,28	1,18	1,26	1,12
Пористость, %	более 48,0	49,4	53,0	47,4	52,6	47,9	52,5	48,6	52,8	47,5	54,1
Водовместимость, %	более 38,5	38,6	45,3	36,7	43,4	38,1	46,1	37,9	44,8	37,7	48,3
Полевая влажность (слой 0–20 см), %	24–26	20,2	29,8	23,9	28,8	24,5	29,8	24,4	31,1	24,3	28,6
Запасы влаги в слое 0–20 см, мм	60–65	51,7	69,7	61,7	68,0	61,3	68,0	62,5	73,4	61,2	64,1
pH, ед	6,5–8,5	8,15	7,35	8,08	7,32	8,14	7,38	8,09	7,36	8,19	7,41

Изменения физического состояния чернозема обыкновенного в посевах озимой пшеницы способствовало повышению продуктивности данной культуры. При традиционной агротехнологии выращивания озимой пшеницы (без компоста) продуктивность данной культуры по годам исследования варьировала от 622 до 648 г зерна/м²; при использовании сложного компоста – от 693 до 727 г зерна/м² (рисунок 1).

Влияние сложного компоста на продуктивность озимой пшеницы определилось целым рядом физических свойств почвы. Для выявления взаимосвязи между продуктивностью пшеницы и физическим состоянием почвы проводился корреляционный анализ результатов, полученных во второй год исследований (рисунок 2).

Матрица корреляции между урожаем озимой пшеницы и некоторыми почвенными характеристиками варианта с внесением сложного компоста на основе отходов показала наиболее тесную взаимосвязь продуктивности пшеницы с коэффициентом структурности при коэффициенте корреляции около 0,67. Умеренное влияние на формирование урожая зерна озимой пшеницы оказали такие характеристики как pH, плотность и полевая влажность верхнего слоя почвы (0–20 см) ($r = 0,47-0,59$) (рисунок 2).

При внесении компоста прослеживается изменение pH почвы в сторону нейтрализации, что связано с наличием «кислого» фосфогипса в составе компоста. Так реакция почвенной среды на контроле варьирует от 8,08 до 8,19 ед., при внесении компоста – снижается до 7,32–7,41 ед. (таблица 2). Так как белковость зерна пшеницы зависит от pH почвы, то данные изменения при внесении компоста благоприятно сказываются на содержании протеина в зерне пшеницы. На контроле содержание протеина в зерне составило 10,2–11,5, с внесением компоста – 13,7–14,5 %.

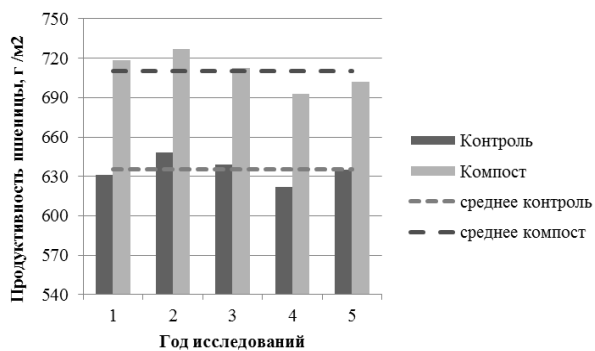
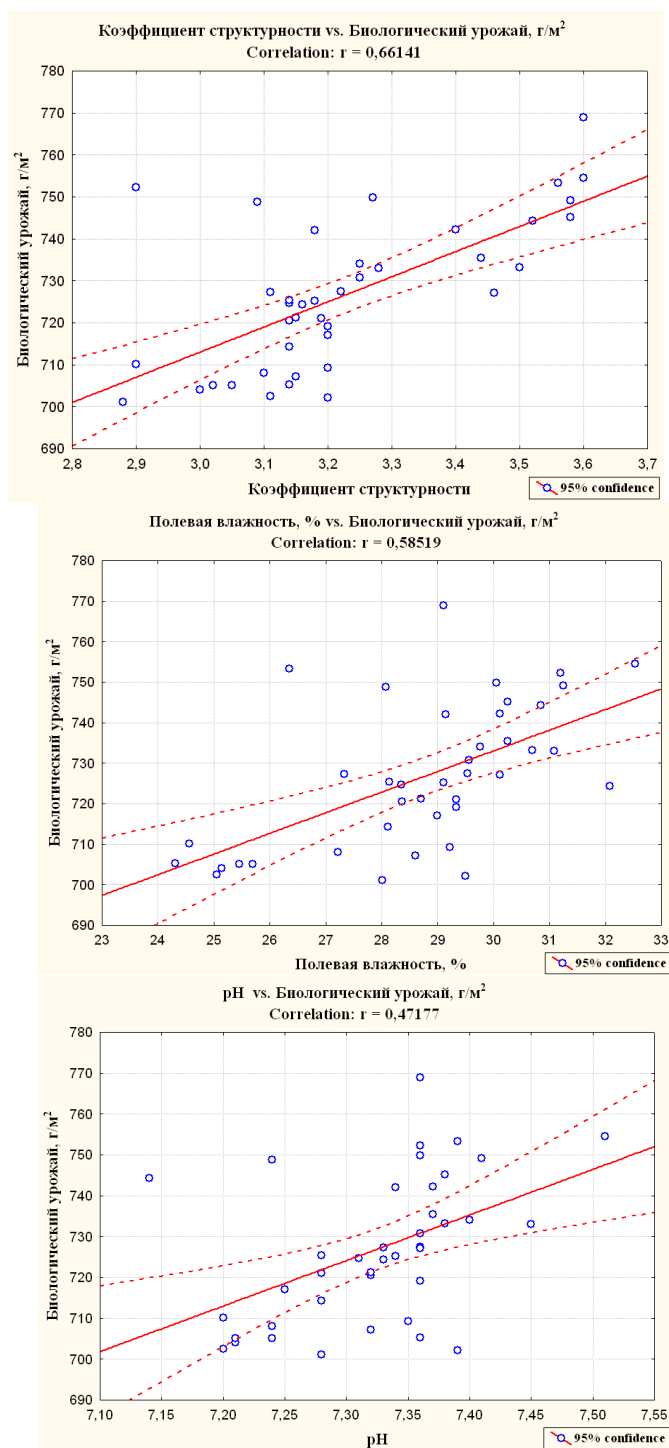


Рисунок 1 – Изменение продуктивности пшеницы при внесении сложного компоста



Таким образом, результаты исследований показывают, что совершенствование агротехнологии выращивания озимой пшеницы в условиях степной зоны Кубани, заключающиеся в использовании компостов, благоприятно сказывается на физическом состоянии почвы. А именно улучшает почвенную структуру и сложение, снижает уплотненность пахотного слоя, тем самым повышая его пористость и полную влагоемкость, способствует накоплению почвенной влаги. Исследуемый компост положительно воздействует на физические свойства почвы, поддерживая и сохраняя экологически оптимальные условия для выращивания пшеницы. Рисунок 2 – Корреляционное поле зависимости продуктивности пшеницы от некоторых характеристик почвы

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д. А. Отходы производства и потребления как сырьевая основа сложных компостов / Д. А. Антоненко, И. С. Белюченко // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 3. – С. 14–23.
2. Антоненко Д. А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография / Д. А. Антоненко, И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов и др. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 180 с.
3. Антоненко Д. А. Сложный компост и его использование для сохранения плодородия сельскохозяйственных земель / Антоненко Д. А. // Экологический вестник Северного Кавказа. 2016. – Т. 12. – № 2. – С. 76–81.
4. Антоненко Д.А. Влияние компоста на водопрочность структуры чернозема выщелоченного и продуктивность озимой пшеницы // Межд. научн. эколог. конференция «Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности». – 2018. – С. 271-275.
5. Белюченко И. С. Форма простых и сложных удобрений и их применение в севооборотах агроландшафта / И. С. Белюченко // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2015. – Т. 11. – № 1. – С. 66–78.
6. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ. – 2015. – 418 с.
7. Белюченко И. С. Проблема охраны почв агроландшафта / И. С. Белюченко // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 88-91.
8. Белюченко И.С. Антропогенное изменение почвенного покрова в процессе развития аграрных ландшафтов / И. С. Белюченко // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 53-64
9. Белюченко И. С. Сохранение плодородия чернозема обыкновенного при использовании сложного компоста / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко, О. А. Мельник // Роль почв в биосфере и жизни человека: Межд. науч. конф.: К 100-летию со дня рождения академика Г.В. Добровольского, к Международному году почв. Матер. докл. – М.: МАКС Пресс, 2015. – С. 15– 17.
10. Вальков В. Ф. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты: учебное пособие / В. Ф. Вальков, Т. В. Денисова, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, Р. В. Кузнецов – Ростов н/Д : ЮФУ, 2008. – 416 с.
11. Добровольский Г. В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин // М.: Наука. – 2000. – 186 с.
12. Корунчикова В. В. Обзор направлений экологизации земледелия (по материалам V Международной научной экологической конференции) / В. В. Корунчикова // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 93–98.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ СПЕЦИАЛИСТАМИ ВЕТЕРИНАРНОГО И ФИТОСАНИТАРНОГО НАДЗОРА

Трошков Александр Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь, troshkov1954@mail.ru*

Жук Александр Павлович, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь, apzhuk@gmail.com*

Рачков Валерий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь, rwbhlg@mail.ru*

Кузьменко Ирина Петровна, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь*

Закрасная Виктория Юрьевна, ассистент ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь, vikakarayeva@yandex.ru*

Цифровизация в управлении АПК имеет большое значение для принятия оперативных и качественных решений. Ветеринарный и фитосанитарный надзор требует качественного информационного накопления ресурсов специализированного и экологического характера. Достаточно большое количество данных имеет задержку по временной обработке. Поэтому автоматизация и цифровая обработка решений специалистов АПК имеет актуализацию и важный фактор улучшения экологических и социально-экономических условий населения.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений (СПР), экологический мониторинг, управление процессами, фитосанитарный контроль, ветеринарный надзор.

DESIGNING OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEM SUPPORTING DECISION MAKING BY SPECIALISTS OF VETERINARY AND PHYTOSANITARY SUPERVISION

Troshkov A. M., Zhuk A. P., Rachkov V. E., Kuzmenko I. P., Zakrasnyanaya V. Yu.

Digitalization in the management of agriculture is of great importance for making operational and high-quality decisions. Veterinary and phytosanitary supervision requires a high-quality information accumulation of specialized and ecological resources. A sufficiently large amount of data has a time delay. Therefore, the automation and digital processing of the decisions of specialists of the agro-industrial complex has actualization and an important factor in improving the ecological and socio-economic conditions of the population.

Key words: decision support system (DSS), environmental monitoring, process management, phytosanitary control, veterinary supervision.

В настоящее время нет общепринятого определения систем поддержки принятия решений (СППР), поскольку их конструкция существенно зависит от вида задач, для решения которых они разрабатываются, от доступности данных, информации и знаний, а также от пользователей системы. Можно привести, тем не менее, некоторые элементы и характеристики, общепризнанные как части СППР:

1. СППР – в большинстве случаев – это интерактивная автоматизированная система, которая помогает пользователю использовать данные и модели для идентификации и решения задач и принятия решений.

2. СППР – это особые интерактивные системы, использующие оборудование, программное обеспечение, данные, базу моделей и т.д. с целью поддержки всех стадий принятия полуструктурируемых и неструктурируемых решений непосредственными пользователями в процессе аналитического моделирования на основе предоставленного набора технологий.

Система поддержки принятия решений должна обладать следующими основными характеристиками:

1. СППР использует и данные, и модели.
2. СППР предназначены для помощи в принятии решений в области слабоструктурированных или неструктурированных задач.
3. СППР поддерживают, а не заменяют выработку решений.
4. Цель СППР – повышение эффективности решений.

Следует отметить, что во время активного внедрения информационных технологий и перехода на более высокий уровень производства и предоставления услуг населению в области сельского хозяйства ведется активное освоение информационной сферы деятельности, которая позволит не только облегчить труд населения, но и выведет данное направление на новый, более эффективный экономический уровень. Исходя из этого предлагается проектирование облачных информационных технологий для систематизации информационных потоков ветеринарного и фитосанитарного контроля (рисунок 1).



Рисунок 1 – Модель проектирования облачных информационных технологий для ветеринарного и фитосанитарного контроля

В предложенной модели информационные облака разбиты на 5 составляющих:

- облако набора оценочных характеристик, в которые входят гостовские значения специализированной оценки;
- облако показателей оценки и заданные пределы, по которым можно провести анализ для принятия управленческих решений;
- облако регулятора характеристик и показателей, с помощью их осуществляется корректировка показателей и определение полученных значений;
- облако оценочных средств и обеспечивающих их программы, где присутствуют методики оценок, а для уменьшения оперативного времени внедряются специализированные программы для ЭВМ;
- облако разброса значений по которым будут приниматься окончательные решения.

Для того чтобы модель, а затем и проект могли качественно функционировать, необходимо проводить мониторинг по двум направлениям:

- 1) ветеринарный мониторинг.
- 2) фитосанитарный мониторинг.

Вид проведения такого мониторинга представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Двухнаправленный мониторинг

На основе предложенного мониторинга разработан проект поддержки принятия решения, рисунок 3.



Рисунок 3 – Проект поддержки принятия решения

Внедрение системы автоматизации вносит существенные изменения в управление процессами ветеринарного и фитосанитарного контроля. Каждый документ, отображающий в информационном поле течение или завершение того или иного сквозного ветеринарного и фитосанитарного процесса, в интегрированной системе создается автоматически, на основании первичного документа, открывшего процесс. Сотрудники, ответственные за эту часть ветеринарного и фитосанитарного процесса лишь контролируют и, при необходимости, вносят изменения в позиции построенных системой документов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российская федерация. Правительство РФ. Постановления. Положение № 327 от 30.06.2004 «О Федеральной службе по ветеринарному и фитосанитарному надзору».
2. Российская федерация. Правительство РФ. Постановления. Положение №1081 от 22.12.2011 «О лицензировании фармацевтической деятельности».
3. Российская федерация. Министерство сельского хозяйства. Приказ № 222 от 11.06.2009 «Об утверждении Административного регламента исполнения Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору государственной функции по лицензированию производства лекарственных средств, предназначенных для животных».
4. Российская федерация. Россельхознадзор СК. Устав «Управление Россельхознадзора по Ставропольскому краю».

УДК 621.372.855.4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ (ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ) НА ПРИМЕРЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА – ПЧЕЛОСЕМЬИ

Трошков Александр Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь, troshkov1954@mail.ru*

Герасимов Владимир Павлович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь*

Токарева Галина Викторовна, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь*

Закрасняная Виктория Юрьевна, ассистент ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь, vikakarayeva@yandex.ru*

Азарова Маргарита Юрьевна, ассистент ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», *Россия, г. Ставрополь*

В статье представлена системы проектирования радиопоглощающих композитных материалов для защиты от электромагнитного воздействия замкнутого пространства биологического организма – улья, тем самым повышая устойчивость всего сообщества.

Ключевые слова: физические загрязнители, пчелосемья, биологический организм, устойчивость экосистемы, электромагнитные излучения, композитный материал.

DESIGNING COMPOSITIONAL MATERIALS FOR PROTECTION AGAINST PHYSICAL POLLUTANTS (ELECTROMAGNETIC RADIATION) ON AN EXAMPLE OF BIOLOGICAL ORGANISM – ELIMINARY

Troshkov A. M., Gerasimov V. P., Tokareva G. V., Zakrasnyanaya V. Yu., Azarova M. Yu.

The article presents the design of radio-absorbing composite materials for protection against electromagnetic effects of the closed space of a biological organism – the hive, thereby increasing the resilience of the entire community.

Keywords: physical pollutants, bee colonies, biological organism, ecosystem stability, electromagnetic radiation, composite material.

Экология, как наука, изучающая взаимодействие живых организмов с окружающей средой, тесно взаимосвязана с другими науками. Прикладная ее часть тесно связана с агропромышленным комплексом, потому как в условиях стремительной антрополизации увеличивается и нагрузка на все живые системы. Пчелосемью можно представить в виде замкнутой экосистемы. Физические загрязнители, такие как электромагнитное излучение, радиоволны и радиоактивное излучение, непосредственно влияют на все живые системы, не взирая на преграды. Однако любое воздействие физических загрязнителей может вывести своеобразную экосистему из равновесия и нарушить устойчивость к другим антропогенным воздействиям.

В настоящее время на географическом пространстве размещения сельскохозяйственных предприятий имеет место воздействие электромагнитных излучений от функционирования радиоэлектронных систем различного назначения с распространением электромагнитных сигналов различной физической природы. Анализ перспективных работ в области пчеловодства указывает на отрицательное влияние этих факторов на динамику функционирования биологического организма – пчелосемьи – в замкнутом пространстве улья. При этом снижается работоспособность пчел, время мониторинга медоносных участков пчелами-разведчиками увеличивается; кроме того, исследования показывают даже некоторую потерю ориентации пчел, а также снижение плодовитости матки. Эти негативные последствия значительно снижают производительность медовой продукции и приводят к потере пчелосемьи. С целью защиты от электромагнитных излучений, как внутрисистемных, так и внешних, предлагается применять композитных материалы для радиопоглощения при конструировании и изготовления ульев. Применение радиопоглощающих композитных материалов в конструкции улья позволит:

- снизить воздействие на динамику работы пчелосемьи в замкнутом пространстве;
- увеличить оперативность мониторингирования географического положения пасеки на местности с целью поиска медоносов;
- обеспечить внутреннюю защиту продуктивности матки.

Результаты работы с защитой и без защиты от РЭС представлено на рисунке 1.

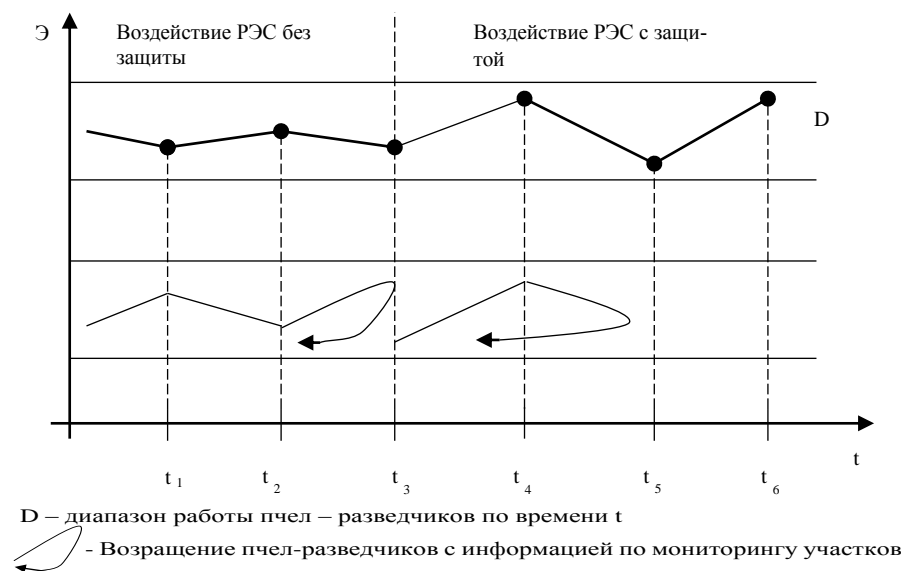


Рисунок 1 – Динамика работы с защитой и без защиты от РЭС.

В последнее время многое уделяется проектированию материалов широкополосной радиопоглощаемости композитных материалов – экранов с наполнителями магнитных потерь. В связи с этим радиопоглощающее покрытие с магнитным наполнителем реализуется в тонком материале размерностью $L = 0,5 \div 1,5$ мм.

Техническими задачами радиопоглощающего материала для АПК является:

- внедрение радиопоглощения на амплитудно-частотных характеристиках (АЧХ) в географических районах расположения пасек;
- годность материала для массового применения и эксплуатации в АПК.
- Исходя из поставленных задач синтез композиционного материала для ульев будет включать:

- расчет АЧХ на структурах покрытия;
- выбор компонентов состава покрытия радиопоглощения;
- исследование свойств композитов с целью их внесения в структуру конструкции ульев;
- экспериментальные исследования материалов на площадке функционирования пчелопарка.

Такой подход требует обобщения научных и методологических основ математического моделирования, разработки программных платформ для производства качественного расчета заданных характеристик. Исходя из этого предложена структурно-алгоритмическая схема синтеза композиционного материала (рисунок 2) для защиты от радиоманнитного излучения замкнутых пространств улья для качественной динамики функционирования биологического организма пчелосемьи. Из рисунка 2 можно выделить аналитические расчеты радиофизических свойств, которые состоят из следующих операций:

- расчеты коэффициентов: отражения k ;
- прохождения μ ;
- расчет частного диапазона F ;
- геометрия покрытия QL ;
- расчет электромагнитных параметров.



Рисунок 2 – Структурно-алгоритмическая схема синтеза композиционного материала

При проведении исследований проведен оперативный расчет k , результаты для стандартных ульев приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет коэффициента отражения

Толщина образец	К отр.		
	1	2	3
0,5	3,2	4,8	1,8
1	3,1	5,0	2,1
1,5	3,0	4,7	3,2

$\lambda \rightarrow$ см. длина волны

Таким образом, использование радиопоглощения композитных материалов (РКМ) позволяет защитить конструкцию улья от радиоманнитного излучения и соответственно повысить устойчивость пчелосемьи к воздействию антропогенных факторов физического характера. Применение РКМ является одним из эффективных методов защиты биологического организма пчелосемьи в замкнутом пространстве улья от радиоманнитных излучений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев Т. Ю. Математическое моделирование электродинамических параметров многофункционального радиопоглощающего материала / Т. Ю. Ковалев, А. В. Ермаков, А. Г. Ковалева // Сочи, 2014 г. – М. : ИД Академия Жуковского.
2. Трошков А. М. Исследование возможности управления пчелами – разведчиками на основе информационных технологий / А. М. Трошков, Д. В. Гайчук, Р. Ю. Масалов // Научно-теоретический и прикладной журнал «Мичуринский агрономический вестник». – 2018. – № 1. – С. 97–103.
3. Трошков А. М. Информатизация АПК в условиях развития цифровой экономики / А. М. Трошков, А. В. Шуваев // Цифровые технологии в сельском хозяйстве: текущее состояние и перспективы развития : сб. науч. тр. по материалам 1-ой науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2018. – С. 403–406.

УДК: 628.381.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА ИЗ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Дмитренко Владимир Никитович специалист 1й категории ФБГНУ Почвенный институт им. В. В. Докучаева, *Россия, Москва, wnd@land.ru*

Щепотьев Валерий Николаевич кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник ФБГНУ Почвенный институт им. В. В. Докучаева, *Россия, Москва, v.shepotiev@yandex.ru*

Кутовая Ольга Владимировна кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФБГНУ Почвенный институт им. В. В. Докучаева, *Россия, Москва, langobard@mail.ru*

Представлены результаты исследования влияния активного ила (АИ) на агрофизические свойства региональных почв и биологическую продуктивность агроценозов. Предлагается использование АИ для восстановления деградированных почв, повышения плодородия и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: деградация почвы, общие физические свойства, плотность, активный ил, органические отходы.

THE USE OF ACTIVATED SLUDGE FROM SEWAGE SLUDGE TO IMPROVE THE PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS IN THE AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE STEPPE ZONE

Dmitrenko V. N., Shchepotiev V. N., Kutovaya O. V.

The results of the study of the influence of activated sludge (AI) on the agrophysical properties of regional soils and biological productivity of agrocenoses are presented. It is proposed to use AI to restore degraded soils, increase fertility and increase crop yields.

Key words: soil degradation, general physical properties, density, activated sludge, organic waste.

Введение. Широко представленные в лесостепной зоне региональные почвы – агросерые, агротемно-серые и аллювиальные гумусовые – обладают достаточно высоким уровнем естественного плодородия. Но в условиях многолетнего сельскохозяйственного использования деградация агрофизического состояния на отдельных полях достигла критического

состояния, и агрофизические свойства становятся одним из основных факторов лимитирующих урожайность возделываемых культур [2]. Почвенным институтом им. В. В. Докучаева в течении ряда лет изучается возможность утилизации отходов пищевого производства в качестве органического ресурса для сельского хозяйства. Использование отходов пищевой промышленности, содержащих органические компоненты в качестве удобрения и мелиоранта позволяет восполнить дефицит органики и существенно улучшить физические, химические и биологические свойства почвы через обогащение питательными веществами и активными коллоидами [1]. Цель данной работы – оценить возможность применения АИ в качестве удобрения для улучшения свойств, повышения плодородия и увеличения урожайности малопродуктивных и деградированных зональных почв.

Методика. Исследования проводились в Московской области на полях разных агрофитоценозов, представленных почвенным покровом и чередованием культур: ЗАО «Каширское» – почва агротемно-серая, тяжелосуглинистая, под озимой пшеницей–овсом–овсом; ЗАО «Малино» – почва агросерая, средний суглинок, под кукурузой; ЗАО «Жилевское» – почва аллювиальная темногумусовая (долина р. Оки), слоистая с песчаными прослойками, под ячменем–кукурузой. В качестве органического удобрения использовались обезвоженные осадки сточных вод аэробного и анаэробного реакторов очистных сооружений пищевого производства. Образованный в ходе многоступенчатой обработки, очистки и биодegradации сточных вод АИ состоит из взвеси тонкодисперсных минеральных и органических веществ, содержащих макро- и микроэлементы, микроорганизмы и их активные ферменты. Удобрения вносились на поля весной, перед проведением основной обработки почвы под посев культуры. Варианты опыта: 1) Контроль – без внесения АИ; 2) АИ в количестве 100 т/га; 3) АИ в количестве 200 т/га.

Для оценки влияния применения АИ на физические параметры почвенного плодородия исследования проводили в 2 срока – весной, в момент закладки опыта, и в конце вегетационного периода, по достижении почвой равновесного состояния. Проведено изучение основных физических свойств почвы – плотности сложения, твердости, пористости, влажности, водопроницаемости, структурного состава и урожайности. Биологическую активность почвы определяли по количеству ходов дождевых червей на единицу площади в изучаемых слоях.

Результаты. По результатам исследований (таблица 1) установлено, что для современной почвы, находящейся в сельскохозяйственном использовании, характерно уплотненное сложение пахотных и подпахотных горизонтов. На контрольных вариантах, без внесения АИ, агрофизические показатели соответствуют деградированному состоянию. Плотность сложения пахотного слоя выше оптимальных значений (1–1,3 г/см³), а в подпахотных слоях приближается к нижней границе максимально возможной степени уплотнения – 1,7–1,8 г/см³, при которой происходит необратимое разрушение структурного сложения почвы с потерей плодородия [3]. Глубина распространения уплотняющих деформаций доходит до 50 см.

Таблица 1 – Агрофизические показатели пахотного слоя почв на вариантах опыта

Почва	Вариант опыта	Плотность, г/см ³	Пористость общая, %	Пористость аэрации, %	Твердость, кПа	К фильтрации, мм/мин
Агротемносерая	Контроль	1,35	49	16	284	0,53
	Актив. ил 100 т/га	1,10	59	26	66	0,85
	Актив. ил 200 т/га	1,14	58	26	69	0,82
Агросерая	Контроль	1,39	47	18	453	0,32
	Актив. ил 100 т/га	1,23	54	23	180	0,98
	Актив. ил 200 т/га	1,25	53	23	175	1,14
Аллювиальная гумусовая (пойменная)	Контроль	1,52	43	25	185	0,99
	Актив. ил 100 т/га	1,46	45	27	79	1,23
	Актив. ил 200 т/га	1,37	48	30	62	1,84
НСР ₀₅ =		0,03	0,9	0,9	14	-

Использование АИ приводит к улучшению свойств почвы и поддержанию их в оптимальном диапазоне. В результате снижаются – плотность сложения на 15–20 %, твердость в 2–2,5 раза; увеличиваются – общая пористость на 3–8 %, пористость аэрации на 12–18 %, влагоемкость и водопроницаемость в 1,5–2 раза. В структурном составе почвы возрастает количество ценных и водопрочных агрегатов. Положительная трансформация свойств происходит в год внесения и прослеживается в течение 4 лет, как в пахотных, так и в подпахотных слоях почвы.

Влияние АИ на структурно-агрегатный состав способствует усилению агрегирования в корнеобитаемых слоях, созданию благоприятной комковато-зернистой структуры, которая, в свою очередь, оптимизирует условия для роста и развития сельскохозяйственных растений (таблица 2). Так, количество агрономически ценных агрегатов при использовании АИ варьировало по вариантам в пределах 55–67 % по сравнению с контролем (22–50 %). Применение АИ позволило повысить коэффициент структурности в 2–2,5 раза, до 1,22–1,98, что указывает на хорошее агрегатное состояние. Полученные данные свидетельствуют о лучших в агрономическом и экологическом отношении показателях структуры почвы в вариантах с применением АИ по сравнению с контрольными вариантами.

Таблица 2 – Структурный состав и активность мезофауны на вариантах опыта

Почва	Вариант опыта	Агрегаты (%), размер (мм)		Коэффициент структурности	Активность мезофауны, шт./0,1м ²
		>10	10–0,25		
Агротемносерая	Контроль	76	22	0.28	3,2
	Актив. ил 100 т/га	41	55	1.22	7,4
	Актив. ил 200 т/га	43	56	1.27	7,7
Агросерая	Контроль	62	32	0.47	5,6
	Актив. ил 100 т/га	38	55	1.22	9,0
	Актив. ил 200 т/га	37	55	1.22	10,8
Аллювиальная гумусовая (пойменная)	Контроль	46	49	0.95	4,7
	Актив. ил 100 т/га	30	66	1.94	8,2
	Актив. ил 200 т/га	30	67	2.03	10,5

Различия по влиянию количества АИ на физические показатели почвы в пахотном слое незначительны, но с увеличением количества АИ до 200 т/га улучшение состояния почвы прослеживается до большей глубины. Это связано с улучшением физического состояния верхней части профиля и активным перемещением продуктов трансформации вносимых веществ, действием просачивающейся влаги и деятельностью почвенных организмов. При внесении отходов в почвенной массе увеличивается количество органических и минеральных веществ в зоне их распространения. Представляющие собой смесь тонкодисперсного субстрата с большим количеством активных коллоидов и биогенных компонентов отходы оказывают разуплотняющее действие как в зоне внесения, так и в более глубоких слоях [3]. Механизм разуплотнения почвы связан с процессами набухания и усадки активных коллоидов, увеличением количества органоминеральных комплексов, участвующих в образовании почвенных агрегатов и активным развитием почвенных организмов. В результате повышается функциональность протекания почвенных процессов, влияющих на водный, воздушный и пищевой режимы. На полях с применением АИ возрастает урожайность культур (рисунок) и снижаются затраты на обработку почвы.

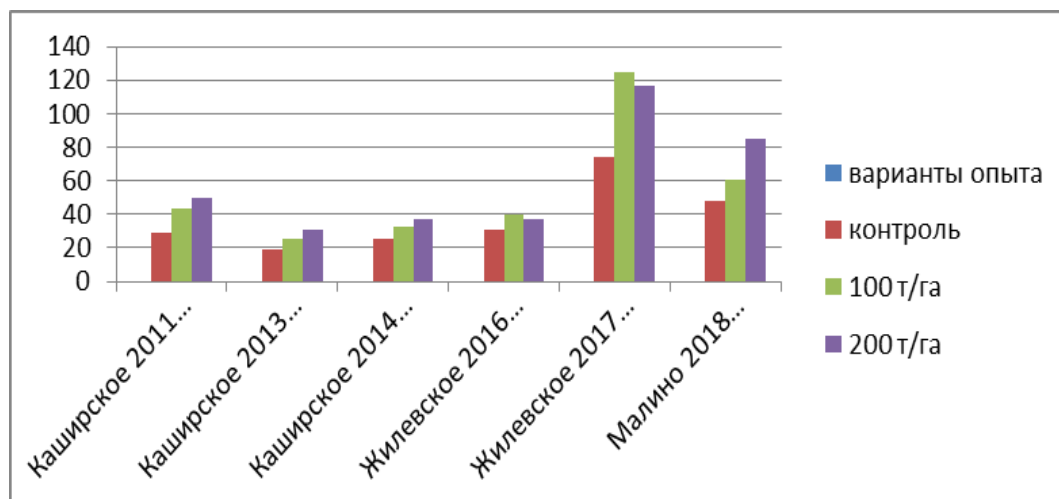


Рисунок – Урожайность возделываемых культур на вариантах опыта

Как видно из диаграммы, применение удобрений на основе некомпостированных активных илов позволяет получить прибавку к урожаю 30–50 % в зависимости от культуры и метеоусловий.

Выводы. В концепции современного земледелия, основанной на экологическом подходе, предполагается рациональное использование всех ресурсов. Утилизация отходов в удобрение является эффективным способом компенсации органического вещества и борьбы с физической деградацией почв, при этом одновременно решается ряд задач: исключается необходимость хранения (захоронения), повышается плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур, не загрязняется окружающая природная среда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Дисперсные и коллоидные системы отходов и их коагуляционные свойства // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 13–38.
2. Деградация и охрана почв / Под ред. Г. В. Добровольского. – М. : Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.
3. Уткаева В. Ф. Деградация физических свойств аллювиальных почв в результате агротехногенеза / В. Ф. Уткаева, В. Н. Щепотьев. – Доклады РАСХН. – 2003. – № 5. – С. 28–30.

УДК 635.928

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ФИТОЦЕНОЗА ГАЗОНОВ ЗАМКНУТЫХ ПРОСТРАНСТВ ВНУТРИПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Титова Вера Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Нижний Новгород, titovavi@yandex.ru

Дабахова Елена Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Нижний Новгород, dabakhova@yandex.ru

В статье раскрыта актуальность оценки продуктивности газона и основные подходы к её расчету. Рекомендован анализ научных авторских публикаций по теме, возможность использования для расчета продуктивности газона учебно-методической и справочной литературы, а также использование метода расчета уровня урожайности по содержанию основных элементов питания (азота, фосфора и калия) в почвогрунтах.

Ключевые слова: газон, видовой состав трав, объем и плотность массы трав, действительно возможная урожайность.

APPROACHES TO EVALUATION OF PHYTOCENOSIS PRODUCTIVITY OF LAWNS LOCATED IN ENCLOSED AREAS OF INDUSTRIAL TERRITORIES

Titova V. I., Dabakhova E. V.

The article reveals the relevance of assessing the productivity of the lawn and the main approaches to its calculation. The analysis of scientific author's publications on the topic is recommended. It is proposed to calculate the productivity of the lawn on the basis of educational and reference literature, as well as to use the method of calculating the level of yield applying the content of basic nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium) in soils.

Keywords: lawn, species composition of herbage, volume and density of grass mass, really possible yield.

Благоустройство и озеленение территорий – одно из главнейших условий обеспечения жизни народонаселения. Земли без фитоценоза, с открытым почвенным слоем, являются постоянным потенциальным источником загрязнения как атмосферы (за счет распыления, выдувания твердых частиц и пр.), так и гидросферы (за счет повышения миграционной способности отдельных элементов и веществ по почвенному профилю и поступления их в поверхностные и подземные водные источники). Чтобы снизить экологическую опасность земель без растительного покрова, используют различные виды обустройства таких открытых территорий: залужение земель различными видами трав с целью создания сообществ, аналогичных луговым природным фитоценозам; формирование и культивирование газонов, включая создание их особой формы – «зеленого ковра»; стимулирование сукцессионных процессов естественных фитоценозов искусственными приемами и т. д.

Газон – это травяной покров, создаваемый посевом семян специально подобранных трав, являющийся фоном для посадок и парковых сооружений и (или) самостоятельным элементом ландшафтной композиции [4]. В состав газонных травостоев входят соргосмеси или травосмеси, при этом основной компонент растительного сообщества представлен злаками [3, 7]. В газонах, основанных на естественном сообществе трав, обычно присутствуют также бобовые и разнотравье. Структура газонных фитоценозов формируется в зависимости от морфологических характеристик трав и агроклиматических особенностей территории озеленения [8].

Продуктивность фитоценозов зависит от биологических особенностей растений и свойств почв, на которых они произрастают. В целом она тем выше, чем почвы плодороднее и чем более они соответствуют биологическим требованиям растений к механическим, физико-химическим и питательным характеристикам почвы [1, 13]. Учитывая, что почвы (или почвенные субстраты) весьма разнообразны по качеству [14], данные по продуктивности (прежде всего – урожайности надземной биомассы) часто бывают весьма противоречивы даже для одних и тех же групп растительного сообщества. Если же принять во внимание, что структура фитоценоза может быть представлена очень разными популяциями растений, то диапазон различий в данных по урожайности фитомассы только расширится.

При планировании различного рода хозяйственных мероприятий по уходу за газонами необходимы сведения по урожайности травостоя (объему массы трав, подлежащих отчуждению). В данной статье рассматриваются подходы к её определению. В качестве таковых можно назвать следующие:

- авторские научные публикации, основанные на проведении экспериментов;
- учебно-методическая литература и публикации справочного характера, где приводятся сведения по продуктивности фитоценозов различного состава и (или) алгоритм расчета потенциальной продуктивности трав в зависимости от характеристики субстрата для выращивания растений.

Научных публикаций, содержащих опытные данные по продуктивности фитоценозов, создаваемых при обустройстве парков, садов, газонов, скверов и других объектов городского и сельского строительства, достаточно много. Например, творческим коллективом кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородской государственной сельскохозяйственной

академии проведены исследования на территории Нижнего Новгорода, причем в отдельных случаях – с использованием при создании почвенных субстратов осадков сточных вод Нижегородской станции аэрации. При этом установлено [2, 12], что урожайность надземной фитомассы газона, созданного на основе овсяницы луговой, в среднем за 4 года (2000–2004 гг.) составила 4 кг/м² (400 кг/100 м²), а полезная продуктивность посевов увеличивалась при содержании газона без отчуждения фитомассы за пределы территории, т.е. в режиме возврата полученной биомассы в почву.

В учебно-методической литературе также приводятся сведения по продуктивности различных фитоценозов. Например, отмечено [10], что однолетние бобовые культуры (донник желтый и белый) дают до 200 ц зеленой массы с 1 га (200 кг/100 м²), а многолетние бобовые – до 250 (клевер розовый) и 350 ц/га (козлятник). Однолетние злаки и бобово-злаковые смеси (вико-овсяная травосмесь) обеспечивают сбор надземной фитомассы в 200 ц/га, а многолетние злаки (кострец безостый) способны синтезировать до 10 т сухой массы с 1 га, что равнозначно 450–500 ц зеленой массы с 1 га (до 500 кг/100 м²). При этом подчеркивается, что на начальной стадии сукцессионных процессов (т.е. в первые годы залужения), общая биомасса увеличивается, т.к. скорость образования первичной продукции превышает скорость дыхания сообщества. Отмечается также, что урожайность злаковых культур в условиях суходольных лугов находится на уровне 40–50 ц/га, а в поймах и осушенных болотах доходит до 70–80 ц сена с 1 га (350–400 кг зеленой массы с площади 100 м²).

Однако нельзя не отметить, что условия произрастания растений на лугах, городских газонах и газонах внутри производственной территории завода или организации не являются идентичными. На городских газонах растения зачастую подвергаются действию таких неблагоприятных факторов, как переуплотнение почвы за счет вытаптывания и несанкционированной парковки автотранспорта, ухудшения условий произрастания из-за повышенного содержания солей, поступающих в почву в составе компонентов антигололедных смесей и т.д. Большое значение имеет нарушение процессов гумусообразования за счет изменения теплового и водного режима почвы на фоне высокой степени запечатывания территории [5, 6, 7]. В таких условиях продуктивность фитоценозов, как правило, является невысокой.

На замкнутых внутрипроизводственных территориях действие вышеуказанных факторов практически отсутствует, и их продуктивность потенциально может приближаться к продуктивности лугового ценоза. Такие территории от типичных городских газонов отличаются также видовой состав растений: если на городских газонах доминирующим компонентом являются злаковые травы, то на подобных территориях к нему добавляется значительная примесь дающей высокую биомассу рудеральной растительности.

Существуют и иные подходы к определению возможной урожайности растений. В частности, в агрономии принято использовать методы прогнозирования продуктивности фитоценоза, учитывающие биологические особенности культур, которые входят в его состав (уровень потребности в биогенных элементах, степень развития корневой системы, определяющая способность усваивать элементы питания из почвы, фенотип растений и др.), уровень естественного плодородия, определяемого гумусированностью почв и запасом имеющихся питательных элементов, обеспеченность растений влагой и фотосинтетически активной радиацией (ФАР). В большинстве случаев при этом количество фотосинтетически активной радиации, равно как и режим увлажнения, не являются лимитирующими факторами, в связи с чем предлагаем для конкретных целей использовать расчет потенциальной продуктивности луга по содержанию основных элементов питания в почве.

Действительно возможный урожай, получаемый за счет почвенного плодородия (ДВУ_{эф.}), рассчитывается исходя из содержания доступных для растений основных элементов питания (азота, фосфора и калия) в почве. Согласно результатам исследований [2, 14], содержание гумуса в почвогрунтах, используемых для создания газона, в среднем можно оценить так: содержание гумуса 8 %, подвижных фосфатов 500 мг/кг, доступного калия 300 мг/кг. Усредненный вынос основных элементов питания для трав примем равным: азот – 2,5 кг/т, фосфор – 1,5 кг/т, калий – 4 кг/т [11]. Тогда действительно возможная урожайность

фитоценоза, рассчитанная по азоту в почве, составит 48 т/га; по фосфору – 50 т/га, по калию – 74 т/га. В данном случае продуктивность фитоценоза будет лимитироваться содержанием азота в почве и составит 480 кг/100 м².

Анализ авторских публикаций и учебно-методической (справочной) литературы позволяет сделать следующее заключение о том, что потенциальная продуктивность газонов, создаваемых на замкнутых пространствах внутрипроизводственных территорий на основе разнотравья и культурных растений, используемых для залужения территории, колеблется в пределах 350–500 кг зеленой массы с площади 100 м². При этом присутствие разнотравья в составе растительного сообщества будет повышать объемную фитомассу газона в 1,3–2,0 раза в сравнении с монокультурой злаковых трав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов А. И. Влияние удобрений серии МЕГАВИТ на посевные качества семян многолетних бобовых и злаковых трав и первые этапы развития газона / А. И. Баранов, Е. И. Семенова, В. И. Титова // Вестник НГСХА. – 2016. – № 3 (11). – С. 4–9.
2. Варламова Л. Д. Изучение возможности использования осадков сточных вод при культивировании газонного покрытия / Л. Д. Варламова, В. И. Титова // Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России : Сб. научн. тр. Ч. 1. – М. : МГУ, 2005. – С. 447–450.
3. Верховцева Н. В. Защита газонных травостоев при помощи кремнийсодержащих природных агроруд / Н. В. Верховцева, А. С. Соловьев, А. С. Соловьева // Агрохимия. – 2014. – № 9. – С. 87–96.
4. ГОСТ 28329-89. Озеленение городов. Термины и определения. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 10 с.
5. Дабахов М. В. Особенности техногенной трансформации почв Нижнего Новгорода / М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова, В. И. Титова, Н. А. Орешкова // Агрохимический вестник. – 2011. – № 2. – С. 21–23.
6. Дабахов М. В. Характеристика органического вещества почв урболандшафтов низинного заречья г. Нижнего Новгорода / М. В. Дабахов, Е. В. Чеснокова // Плодородие. – 2011. – № 6. – С. 20–21
7. Дабахов М. В. Экологическая оценка почв урбанизированных ландшафтов / М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова, В. И. Титова. – Н. Новгород : НИУ РАНХиГС, 2014. – 300 с.
8. Лазарева Т. С. Оценка качества дернины газонных травостоев на разрывное усилие / Т. С. Лазарева // Агрохимический вестник. – 2015. – № 6. – С. 45–47.
9. Лебедев А. Н. Влияние биопрепаратов на элементный состав газонных растений в течение вегетационного периода / А. Н. Лебедев, М. В. Хазов, О. М. Поцелуев, М. А. Лебедева, Т. И. Сиромля // Агрохимия. – 2018. – № 2. – С. 79–87.
10. Маркова И. А. Основы сельскохозяйственных пользований: Учебное пособие / И. А. Маркова, М. Е. Гузюк, И. В. Вerveйко. – СПб. : ЛТА, 2002. – 126 с.
11. Справочник агронома-эколога / Нижегородская ГСХА, Нижегородский НИИСХ РАСХН. – Н. Новгород, 2012. – 75 с.
12. Титова В. И. Эколого-агрохимические аспекты использования осадков сточных вод в почвогрунтах для зеленого строительства / В. И. Титова, Л. Д. Варламова // Агрохимия. – 2006. – № 2. – С. 44–50.
13. Фрид А. С. Биогеохимический круговорот в экосистемах искусственных почвогрунтов городского газона (растения) / А. С. Фрид, А. В. Ермаков // Агрохимия. – 2015. – № 7. – С. 68–77.
14. Фрид А. С. Биогеохимический круговорот в экосистемах искусственных почвогрунтов городского газона (почва) / А. С. Фрид, А. В. Ермаков // Агрохимия. – 2015. – № 6. – С. 77–83.

ПРОБЛЕМА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В ЗАУРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Бускунова Гульсина Гильмановна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО Сибайский институт (филиал) «Башкирский государственный университет», Россия, Республика Башкортостан, г. Сибай, gulsina_busk@mail.ru

Ильбулова Гульназ Ражаповна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО Сибайский институт (филиал) «Башкирский государственный университет», Россия, Республика Башкортостан, г. Сибай, ilbulova@mail.ru

Актуальность негативного воздействия отходов производства и потребления на окружающую среду связано с их многотоннажным образованием. Анализ имеющихся данных показал, что на территории Башкирского Зауралья наибольшее количество отходов производства и потребления образуются от предприятий, расположенных на территории г. Сибай и Хайбуллинского района.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, твердые бытовые отходы, твердые производственные отходы.

THE PROBLEM OF PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE I N THE TRANSURAL REGION OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Buskunova G. G., Ilbulova G. R.

The relevance of the negative impact of production and consumption waste on the environment is associated with their multi-tonnage formation. The analysis of available data showed that on the territory of the Bashkir Zauralye the highest amount of production and consumption waste is derived from companies located within the city of Sibay and Khaybullinsky district.

Keywords: production and consumption waste, solid domestic waste, solid industrial waste.

Отходы производства и потребления (далее отходы) оказывают существенное негативное воздействие на состояние окружающей природной среды и здоровье населения. Загрязнение биосферы твердыми бытовыми и производственными отходами (ТБО, ТПО) в связи с ростом их масштабов и динамики является глобальной эколого-гигиенической проблемой современности [2].

В Башкирском Зауралье (БЗ) обстановка с размещением и утилизацией ТКО и ТПО остается напряженной. Ежегодный объем образования ТКО постоянно растет.

Зауральский регион Республики Башкортостан (РБ) – один из основных поставщиков концентратов медно-цинкоколчедановых руд металлургическим предприятиям. Основными производителями отходов в БЗ являются горнодобывающие и перерабатывающие предприятия. Интенсивность воздействия горной промышленности на природную среду по сравнению с другими отраслями оценивается как самая высокая. Основным разработчиком месторождений в этом регионе является ОАО Учалинский горно-обогатительный комбинат (УГОК) и его Сибайский филиал (СФ УГОК). Наиболее проблемные виды отходов – вскрышные породы и хвосты обогащения СФ УГОК. К настоящему времени накоплено 38069 тыс. т хвостов обогащения [1]. Они образуют техногенные месторождения полезных ископаемых и одновременно являются опасными источниками загрязнения окружающей среды.

Анализ данных показал, что наибольший объем образовавшихся отходов производства и потребления в БЗ приходится на территорию городского округа г. Сибай и Хайбуллинского района РБ и составляют более 100 000 т (рисунок).

Большой вклад в загрязнение окружающей среды г. Сибай оказывают предприятия Сибайский филиал УГОК и МБУ «УЖКХ ГО г. Сибай РБ». На территории Хайбуллинского района отходы образуются крупными предприятиями – Бурибаевский ГОК (п. Бурибай) и карьер «Юбилейный» около населенного пункта д. Петропавловский (рисунок).

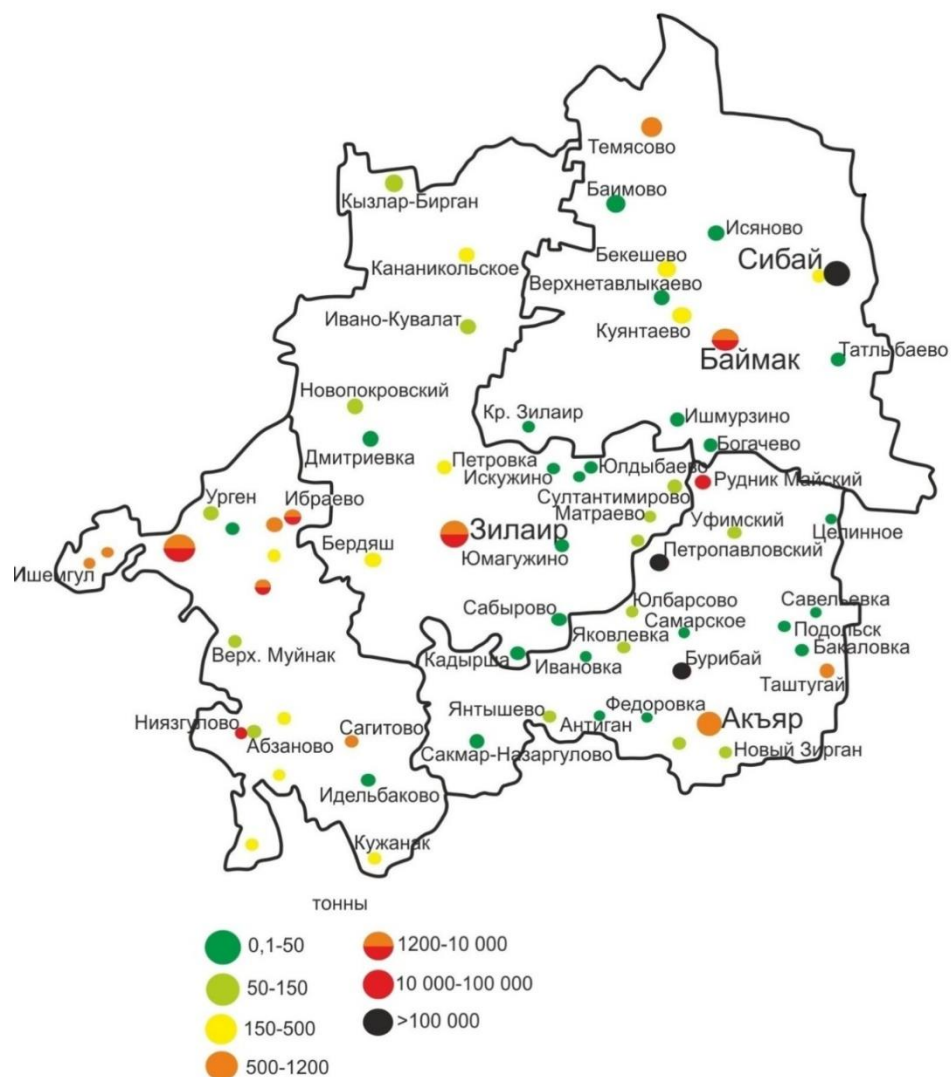


Рисунок – Карта-схема, расположения источников образования отходов производства и потребления предприятиями на территории Башкирского Зауралья (масштаб 1: 1 500 000).

В Баймакском, Зилаирском и Зианчуринском районах количество образовавшихся отходов составляет выше 10 000 т. В Зианчуринском районе наибольший объем отходов производства и потребления образуется предприятиями, расположенными в д. Ниязгулово (23 608 т.), в Исянгулово, (3 184 т.), с. Кучарчи (2519 т.), д. Ибраево (1 584 т.). Источниками отходов в с. Исянгулово являются в основном общеобразовательные учреждения, а в д. Ниязгулово (ИП Абдуллов Г.Г.) в Кугарчи (ООО «Маяк») и д. Ибраево (ООО «Зенит») – сельскохозяйственные предприятия.

На территории Зилаирского района наибольший объем отходов производства и потребления образуются предприятиями, расположенными в с. Зилаир (ООО БашРЭС ПО «Сибайские ЭС» Зилаирские РЭС, ОАО «Башкиравтодор» Зилаирское ДРСУ, ИП Балтабаев Т. Х. и др.).

Таким образом, на территории Башкирского Зауралья наибольшему загрязнению отходами производства и потребления подвержены территории г. Сибай и Хайбуллинского района РБ, что объясняется развитием в этих районах горнорудной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор состояния окружающей природной среды Башкирского Зауралья в 2017 году. – Сибай, 2017. – 60 с.
2. Черняева Т. К. Актуальные проблемы влияния отходов производства и потребления на объекты окружающей среды и состояние здоровья населения (обзор) / Т. К. Черняева // Гигиена и санитария. – 2013. – № 3 – С. 32–35.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛЕВОГО ОТХОДА В СОСТАВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНА

Хотянович Оксана Евгеньевна, кандидат технических наук, Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь, г. Минск, *okhotyanovich@rambler.ru*

В статье представлены результаты по разработке комплексной химической добавки для бетона, обладающей эффектами пластифицирования и ускорения твердения. Выполненные исследования позволили установить оптимальный состав комплексной химической добавки, основными компонентами которой являются суперпластификатор С-3 и ускоритель твердения – отход производства полиамидного волокна. Введение указанной добавки в состав смеси способствует увеличению предела прочности при сжатии в марочном возрасте на 35–70 %, снижению водопоглощения на 15–20 %, повышению морозостойкости на 60–70 циклов по сравнению с контрольным образцом. Проведенные исследования показали возможность использования солевого отхода в составе комплексной химической добавки для улучшения эксплуатационных свойств как сборного, так и монолитного бетона.

Ключевые слова: солевой отход, бетон, химическая добавка, суперпластификатор, ускоритель твердения, прочность, морозостойкость, водопоглощение.

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF THE USE OF SALT WASTE IN THE COMPOSITION OF COMPLEX CHEMICAL ADDITIVE FOR CONCRETE

Khotyanovich O. E.

The article presents the results on the development of a comprehensive chemical additives for concrete, has the effect of accelerating the hardening and ductility. Completed the Exploration allowed to establish the optimal composition of complex chemical additive, bases-governmental components are superplasticizer C-3 and hardening accelerator – waste production of polyamide fiber. Introducing said additive into the mixture increases in compressive strength at age vintage 35–70%, reduce water absorption by 15–20%, for improving the frost resistance 60–70 cycles compared with con-controlling pattern. Studies have shown the possibility of using salt waste as part of a complex chemical additive to improve the operational properties of both precast and solid concrete.

Key words: salt waste, concrete, chemical additive, supersoftener, hardening accelerator, strength, frost-resistance, water absorption.

Введение. Бетон третьего тысячелетия – это модифицированный бетон. В современной технологии бетона химические добавки являются таким же обязательным компонентом бетонной смеси, как вяжущее вещество, заполнители и вода. Как показала практика, использование добавок позволяет получить ощутимый технико-экономический эффект и повысить долговечность бетонных конструкций и инженерных сооружений, возводимых как из сборного, так и монолитного бетона. Вводимые в небольших количествах – десятых и сотых долях процента от массы цемента – они существенно влияют на химические процессы гидратации и твердения цемента и бетона, обеспечивая повышение его технологических и улучшение комплекса физико-механических свойств. Опыт применения модификаторов бетона показывает, что наиболее перспективным является использование комплексных добавок, поскольку монодобавки могут оказывать не только положительное влияние на свойства бетонов и растворов, но и отрицательное, что снижает их эффективность. В связи с этим для повышения эффективности применения однокомпонентных модификаторов различного назначения требуется введение компонентов, которые могли бы локализовать отрицательное действие монодобавок или усилить желаемый эффект.

Результаты. Потребность в комплексных химических добавках в Беларуси покрывается за счет импорта из Чехии, Китая, США, Германии и других стран, поскольку спектр добавок отечественного производства невелик. Однако данные химические добавки широкого распространения не получили по причине высокой стоимости.

В связи с вышесказанным целью исследований является оценка возможности использования солевого отхода в составе комплексной химической добавки, обеспечивающей пла-

стифицирующий эффект без замедления сроков схватывания бетонных и растворных смесей.

В составе комплексной добавки полифункционального действия был использован суперпластификатор С-3, являющийся эффективным разжижителем бетонных смесей и получивший широкое распространение в строительной практике. Однако, как показывает опыт, пластифицирующие добавки существенно замедляют сроки схватывания бетонных и растворных смесей, в связи с чем большинство импортных полифункциональных модификаторов содержат ускоритель твердения либо специально подобранную смесь ускорителей. В настоящей работе для ускорения темпов набора прочности цементного камня использовали отход производства полиамидного волокна филиала «Завод Химволокно» ОАО «Гродно Азот», который образуется в результате очистки технологического оборудования и представляет собой обезвоженную смесь карбоната и нитрита натрия (таблица 1) [1]. Нитрит-карбонатный отход в настоящее время практического применения не имеет.

Таблица 1 – Химический состав нитрит-карбонатного отхода производства полиамидного волокна

Наименование компонента	Содержание, мас. %
Карбонат натрия ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)	68–71
Нитрит натрия (NaNO_2)	28–31
Водонерастворимые соединения	менее 1

Для проведения испытаний были изготовлены образцы-кубы с размером ребра 70 мм из бетонной смеси следующего состава, кг/м³: цемент – 350, щебень – 1220, песок – 750. Использовались портландцемент производства ОАО «Красносельскстройматериалы» марки ПЦ 500–Д0, кварцевый монофракционный песок, гранитный щебень фракции 5–20 мм, водоцементное отношение в бетонной смеси составило 0,43. В качестве контрольного использовали образцы бетона без добавок. Химические добавки вводились в воду затворения.

Задача получения высокоэффективных комплексных модификаторов заключается в рациональном использовании особенностей влияния отдельных компонентов добавки на гидратацию цементной системы с целью достижения высоких многофункциональных эффектов. В связи с этим на первом этапе исследования изучали влияние монодобавок на предел прочности при сжатии цементно-песчаных образцов в разные сроки твердения (таблицы 2 и 3).

Из таблицы 2 видно, что с увеличением содержания пластифицирующей добавки С-3 (без корректировки воды затворения) предел прочности при сжатии цементно-песчаных образцов в раннем возрасте уменьшается по отношению к контрольному образцу. Очевидно, это связано с тем, что молекулы поверхностно-активных веществ, содержащихся в суперпластификаторе С-3, адсорбируясь на поверхности цементных частиц и гидратных новообразований, «блокируют» их активные участки, замедляя начальные процессы гидратации и, как следствие, твердения цемента. Особенно это выражено у цементно-песчаных образцов суточного возраста. Однако уже в более поздние сроки твердения наблюдается существенный рост прочности по сравнению с контрольным образцом, что согласуется с литературными источниками [2]. Наибольший прирост механической прочности в возрасте 28 сут (15–20 %) достигается при содержании добавки С-3 в количестве 0,5–1,0 % по сравнению с контрольным образцом.

Таблица 2 – Влияние пластифицирующих добавок на предел прочности при сжатии цементно-песчаных образцов

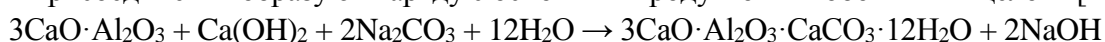
Содержание суперпластификатора С-3, % от массы цемента	Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте, сут			
	1	3	7	28
0 (контрольный)	13,5	16,9	22,3	24,7
0,5	14,8	17,7	26,6	29,6
1,0	12,6	18,3	26,0	27,8
1,5	10,1	19,1	24,2	26,1
2,0	8,3	19,1	23,7	24,2

Таблица 3 – Зависимость предела прочности при сжатии цементно-песчаных образцов от содержания ускорителя твердения

Содержание нитрит-карбонатного отхода, % от массы цемента	Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте, сут		
	1	3	7
0 (контрольный)	13,5	16,9	22,3
0,1	20,1	23,1	33,7
0,5	16,2	21,3	31,1
1,0	15,6	17,3	20,7
1,5	14,9	15,6	14,8
2,0	14,9	15,1	15,0

Из таблицы 3 видно, что оптимальным количеством является содержание отхода производства полиамидного волокна 0,1–0,5 % от массы цемента, которое приводит к существенному росту прочности в начальные сроки твердения (1 сут). Известно, что добавки органического происхождения в большинстве своем не изменяют состава продуктов гидратации цементных минералов и влияют в основном на скорость кристаллизационных и конденсационных процессов и структуру гидратов, в то время как неорганические модификаторы влияют на изменение фазового состава продуктов гидратации цементного камня. Так, исследуя гидратацию клинкерных минералов в присутствии солей, авторы [2–4] отмечают, что при гидратации $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и $\beta\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ в водных растворах карбоната и нитрита натрия образуется гидросиликат кальция CSH (II), переходящий со временем в CSH (I). Причем карбонат натрия в данном случае существенно ускоряет гидратацию белитовой фазы. Кроме того, в результате взаимодействия Na_2CO_3 с выделяющимся в результате гидратации алита $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образуется карбонат кальция, который коагулирует поры цементного камня, что положительно сказывается на его физико-механических свойствах.

$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ и $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ в растворах с добавкой карбонатов и нитритов щелочных металлов гидратируются с образованием гидрокарбоалюмината кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и гидронитриалюмината кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Соли натрия и калия, при условии поступления в жидкую фазу гидроксида кальция, в результате реакции присоединения образуют наряду с основным продуктом и побочный – щелочь [2–4]:



В результате указанных процессов происходит быстрое формирование первичного структурного каркаса, который заполняется образующимися гидросиликатами кальция, что приводит к его уплотнению и способствует повышению прочности цементного камня.

В более поздние сроки твердения (7 сут) разница между пределом прочности при сжатии цементно-песчаных образцов в присутствии нитрит-карбонатного отхода и контрольным (без добавки) значительно меньше, а в отдельных случаях прочность последнего выше. Очевидно, выделяющийся гидроксид натрия снижает скорость гидратации алита, что приводит к замедленному темпу набора прочности в поздние сроки твердения [2, 4].

На основании полученных результатов выбраны составы комплексной добавки, которые использовались для определения предела прочности при сжатии цементно-песчаных образцов (таблица 4).

Из приведенных результатов видно, что оптимальными составами являются № 4, 8–10, поскольку они обеспечивают значительный прирост прочности и в ранние сроки твердения, и в марочном возрасте по сравнению с контрольным образцом.

Оптимальные составы комплексных химических добавок использовались для изучения свойств цементного теста и камня: начала схватывания, морозостойкости и водопоглощения (таблица 5).

В результате выполненных исследований установлено, что начало схватывания цементного теста, содержащего пластификатор С-3, наступает через 240 мин, что объясняется замедлением процессов гидратации и твердения цемента, прежде всего вследствие экрани-

рования его зерен адсорбционными слоями [3]. Разработанные комплексные добавки не только компенсируют нежелательный эффект – увеличение времени схватывания, но и значительно сокращают его (таблица 5). Так, наименьшее значение начала схватывания цементного теста составляет 110 мин для состава № 3, однако оно в полной мере соответствует требованиям ГОСТ 10178 и СТБ EN 197.

Таблица 4 – Влияние комплексной химической добавки на предел прочности при сжатии цементно-песчаных образцов

№ п/п	Вид и содержание компонента добавки, % от массы цемента		Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте, сут			
	суперпластификатор С-3	нитрит-карбонатный отход	1	3	7	28
1	Контрольный образец (без добавки)		13,5	16,9	22,3	28,5
2	0,5	0,1	25,8	31,6	34,3	30,6
3	0,5	0,3	28,1	36,5	43,3	36,3
4	0,5	0,5	30,5	38,2	51,9	42,1
5	1,0	0,1	22,0	28,5	42,0	30,1
6	1,0	0,3	23,7	29,8	43,6	37,1
7	1,0	0,5	25,0	30,3	44,6	39,8
8	1,5	0,1	20,9	33,6	39,6	39,4
9	1,5	0,3	25,3	34,5	40,3	42,5
10	1,5	0,5	28,8	40,4	50,8	50,2

Таблица 5 – Свойства цементного теста и камня, содержащих комплексную химическую добавку

№ состава	Начало схватывания, мин	Водопоглощение, %	Морозостойкость, циклы
1	180	7,3	76
3	110	5,7	140
8	140	6,0	139
9	140	6,1	137
10	150	5,8	143

Исследования показали, что структура цементно-песчаных образцов с комплексными добавками, формирующими первичный структурный каркас, характеризуется более высокими физико-механическими свойствами (предел прочности при сжатии в ранние сроки и марочном возрасте на 35–70 % выше, чем у контрольного) и пониженной пористостью за счет образования труднорастворимых соединений, уплотняющих цементный камень. Так, водопоглощение, косвенно характеризующее пористость цементного камня, на 15–20 % ниже контрольных образцов, что приводит к увеличению морозостойкости.

Заключение. На основании полученных экспериментальных данных установили, что оптимальный состав комплексной химической добавки включает 1,5 % С-3 и 0,5 % нитрит-карбонатного отхода производства полиамидного волокна. Введение указанной добавки в состав смеси способствует увеличению предела прочности при сжатии в марочном возрасте на 35–70 %, снижению водопоглощения на 15–20 %, повышению морозостойкости на 60–70 циклов по сравнению с контрольным образцом. Кроме того, использование в составе комплексной добавки нитрит-карбонатного отхода позволит не только снизить стоимость продукта, но и решить важную экологическую проблему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафончик Д. И. Химический состав модификатора цементных систем, полученного в условиях ПТК «Химволокно» / Д. И. Сафончик // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Строительство и архитектура. – 2013. – № 1. – С. 86–88.
2. Рамачандран В. С. Добавки в бетон / В. С. Рамачандран [и др.]. – М. : Стройиздат, 1988. – 575 с.
3. Ратинов В. Б. Добавки в бетон / В. Б. Ратинов, Т. И. Розенберг. – М. : Стройиздат, 1973. – 208 с.
4. Касторных Л. И. Добавки в бетоны и строительные растворы / Л. И. Касторных. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 221 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ УДАЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Стаселько Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент, инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста.

Пулотов Шохрух Абдумуминович, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста.

Целью представленной работы является определение факторов удаления твердых бытовых отходов и влияния их на окружающую среду. Для решения поставленных задач была обследована территория строящегося объекта недалеко от г. Элисты, в восточной ее части. Был проведен анализ существующей экологической обстановки в Элисте Республике Калмыкия в целом.

Ключевые слова: Элиста, Калмыкия, полигон, отходы, здоровье населения, промышленность.

THE DETERMINING FACTORS OF SOLID WASTE AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Staselko E. A., Pulotov S. A.

The purpose of this work is to clarify the factors of solid waste disposal and their impact on the environment. To solve the set tasks were examined with the area under construction near the city of Elista, in the Eastern part. The analysis of the existing ecological situation in Elista and the Republic of Kalmykia as a whole was carried out.

Keywords: Elista, Kalmykia, landfill, waste, public health, industry.

Современный полигон ТБО представляет собой сложный биотехнологический комплекс. Площадка складирования ТБО предназначена для хранения, изоляции и обезвреживания ТБО, обеспечивающих защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующих распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов. Полигон является наиболее простым и дешевым методом. Устраивают его там, где основанием могут служить глины и тяжелые суглинки. При захоронении на полигоне теряются все ценные вещества и компоненты ТБО. На сегодняшний день с учетом невысоких капитальных затрат полигон ТБО является самым распространенным методом обезвреживания.

В административном отношении территория, отведенная под полигон твердых бытовых отходов площадью 10,0 га, находится в Республике Калмыкия, г. Элиста, в 800 м, к северо-востоку от Астраханского поста ГАИ и в 600 м от автодороги Элиста – Астрахань.

Удаление твердых бытовых отходов (ТБО) обеспечивает санитарную очистку городов и создает необходимые санитарно-экологические условия существования населенного пункта. Полигон ТБО можно рассматривать как объект размещения отходов потребления и в качестве технологического объекта, обеспечивающего нормальное функционирование коммунального хозяйства города и области.

С экологической точки зрения полигон ТБО является потенциальным загрязнителем большой мощности, так как концентрирует на ограниченной территории значительные количества загрязняющих веществ. Чтобы обеспечить экологическую безопасность, проектными решениями полигона предусматривается ряд защитных устройств и мероприятий, которые выполняют природоохранные функции и придают полигону ТБО статус природоохранного объекта [6].

Полигон ТБО можно также рассматривать в качестве коммерческого предприятия, потому как полигон ТБО выполняет также функции хозяйствующего субъекта, имеющего договорные отношения с рядом организаций на прием, размещение и обезвреживание отходов с оплатой этих услуг по установленным тарифам.

Таким образом, полигон ТБО одновременно выполняет функции технологического объекта коммунального хозяйства, природоохранного объекта, обеспечивающего экологическую безопасность, и коммерческого предприятия, дающего прибыль владельцу полиго-

на. Успешная эксплуатация полигона возможна лишь при оптимальном сочетании всех трёх функций, что должно учитываться при проектировании.

В работе использованы статистические отчеты, доклады министерств и ведомств, проведенные по теме экологической ситуации в Калмыкии, и в частности в г. Элисте за последние 5 лет [2, 3].

Были проведены анализы существующих земель на территории г. Элисты и пригородной зоны [3, 5, 6]. Земли, отведенные под строительство полигона ТБО, не являются землями категории сельскохозяйственного назначения. Проведенный мониторинг позволил оценить правильность выбора строительства ТБО. По минеральному составу территория исследования в основном состоит из глин, песка, суглинков и супесей четвертичного отложения [4, 9]. Отдельно рассмотрены инженерно-геологические характеристики фильтрации в слабопроницаемых грунтах. Поставленные цели позволили оценить негативные последствия активизации геологических процессов на верхние слои литосферы [4, 5, 7]. Отдельно рассмотрены вопросы влияния антропогенных факторов на социально-гигиенический мониторинг здоровья населения исследуемой территории [10].

В процессе эксплуатации объекта выбросы в атмосферу будут иметь место от автотранспорта, находящегося на территории полигона ТБО. Площадка полигона твердых бытовых отходов находится на территории, свободной от поверхностных водных объектов. В санитарно-защитную зону полигона ТБО не попадают источники питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, используемых населением. В исследованных образцах почв не наблюдается превышения ОДК валовых форм тяжелых металлов. До начала строительства объекта приведенные концентрации химических ингредиентов могут считаться фоновыми.

За последние годы наблюдается тенденция увеличения несанкционированных свалок как ТБО, так и других которые в целом влияют на экологическую ситуацию в регионе и на здоровье населения [1, 9, 10]. Сложные климатические условия аридной территории: сильные ветра, нехватка осадков приводит к появлению эпидемий, переносу загрязнений от ТБО на большие расстояния [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гангуева Д. Э. Удаление твердых бытовых отходов урбанизированных территорий (на примере г. Элиста, Калмыкия) / Д. Э. Гангуева, М. В. Долдунова, Е. А. Стаселько // Недр Калмыкии – уникальны и интересны : материалы науч.-практ. конф., посвященной юбилею профессора С. С. Кумеева (31 марта 2017 г) – Элиста : Изд-во Калм. ун-та, 2017. –С. 71–73.

2. Доклад об экологической ситуации в Республике Калмыкия, 2011-2016 гг. // <http://kalmprroda.ru>

3. Калмыкия в цифрах, 2013 : Краткий статистический сборник. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Калмыкия. – Элиста, 2013 – 156 с.

4. Кумеев С. С. Характеристика фильтрации жидкости в слабопроницаемых грунтах на примере г. Элиста / С. С. Кумеев, А. Г. Дорджиёв, М. М. Сангаджиёв, А. А. Дорджиёв // Геология, география и глобальная энергия. Научно-технический журнал. – 2012. – № 4 (47). – Астраханский государственный университет, издательский дом «Астраханский университет», 2012. – С. 223–230.

5. Намысова А. Н. Негативные последствия активизации геологических процессов / А. Н. Намысова, М. М. Сангаджиёв, Е. Н. Стаселько, Н. А. Куркудинова // Вестник Прикаспия. – № 2. – 2013. – Астрахань : Изд-во «ГНУ Прикаспийский НИИ аридного земледелия Россельхозакадемии», 2013. – 58 с. – С. 29–35.

6. Петяева И. В. Современное состояние земельных ресурсов Калмыкии. // Принципы устойчивого развития как основа безопасности территории Нижнего Поволжья и социально-экономического благополучия общества СМО / И. В. Петяева, А. Н. Бадрудинова, М. М. Сангаджиёв / Проблемы рационального природопользования и сохранения экологического равновесия в аридных зонах : Междунар. науч.-практ. конф. 16–18 мая 2012 г. – С.

Соленое Займище, 2012 // Составление и редакция: В. П. Зволинский, Н. В. Тютюма, Р. К. Туз – М. : Издательство «Вестник РАСХН», 2012. – 316 с. – С. 242–246.

7. Сангаджиев М. М. Особенности недропользования на территории Республики Калмыкия. / М. М. Сангаджиев. – Элиста : Изд-во Калм. ун-та, 2015. – 144 с.: ил.

8. Сангаджиев М. М. Тенденция увеличения отходов производства и потребления: региональный аспект (на примере Республики Калмыкия) / М. М. Сангаджиев, К. Н. Гордаева, Г. Э. Лаглаева // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : IV Междунар. науч. экол. конф. – Краснодар. – Кубанский госагроуниверситет, 2015. – Ч. 1. – 805 с.; Ч. II. – 785 с. – С. 142–145.

9. Сангаджиев М. М. Особенности современной экологической ситуации на территории Республики Калмыкия / М. М. Сангаджиев, А. А. Дорджиев // Экология России: на пути к инновации : межвуз. сб. науч. тр. / сост. Н. В. Качалина. – Астрахань : Издатель Сорокин Роман Васильевич, 2011. – Вып. 4. – С. 95–100.

10. Сангаджиев М. М. Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения Республики Калмыкия / М. М. Сангаджиев, Д. А. Емельяненко, Н. Л. Муджиков // Экология России: на пути к инновациям [текст] : межвуз. сб. науч. тр. / сост. Т. В. Димова. – Астрахань : Издательство Нижневолжского экоцентра, 2013. – Вып. 7. – 214 с. – С. 64–71.

УДК 631.95; 504.064

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Бабаева Тунзала Мамед, докторант, Сумгаитский государственный университет, г. Сумгаит, *Азербайджан*, *tunzale.babayeva.84@mail.ru*

Ализаде Камала Сейфедин, кандидат биологических наук, Сумгаитский государственный университет, г. Сумгаит, *Азербайджан*, *duygu.elizade.1983@mail.ru*

Исследованы нефтезагрязненные и техногенно нарушенные земли Гарадагского района Апшеронского полуострова. При этом морфологическое описание некоторых почвенных разрезов (№ 01а, 02а, 03а) по мере удаления от Цементного завода. Также был изучен гранулометрический состав серо-бурых почв Гарадагского ключевого участка.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, серо-бурые почвы, Гарадагский район Апшеронского полуострова, микрофлора разреза.

INVESTIGATION OF POLLUTION OF THE SOIL COVER OF OBJECTS OF THE ABSHERON PENINSULA WITH HEAVY METALS

Babayeva T., Alizade K.

The oil and technologically disturbed lands of the Garadagh district of the Absheron Peninsula were studied. At the same time, the morphological description of some soil sections (No. 01a, 02a, 03a) with distance from the Cement Plant. The granulometric composition of the gray-brown soils of the Garadagh key plot was also studied. Garadagh district of the Absheron Peninsula, oil-polluted and man-made disturbed lands, soil-ecological studies, Cement Plant, grain size distribution, gray-brown soil.

Keywords: heavy metals, pollution, grey-brown soils, Garadagh district of Absheron peninsula.

Нефтезагрязненные и техногенно нарушенные земли Апшеронского полуострова изучались рядом ученых-исследователей [1–3], также была разработана классификация нефтезагрязненных земель.

Разрез № расположен в 500 м восточного направления от цементного завода. Рельеф представлен равниной с эоловыми формами, образованным экзогенными силами. Почвообразующие породы представлены осадочными четвертичными. Растительность представлена солянкой, верблюжьей колючкой, тамариксом и другими эфемерными сообществами. Морфологическое описание разреза 01а по слоям:

- 0–3 см: цементированная кора, светло-серый, пыль, бесструктурный, очень плотный.
 3–11 см: серо-бурый, легкосуглинистый, комковатый, рыхлый, корковые трещины, сухой, вскипает, пятна ржавчины, переход ясный.
 11–31 см: серо-бурый, пестрый, крупно-комковатый, тяжелосуглинистый, плотноватый, влажноватый, вскипает, голубые ржавые пятна, солевые жилы, корешки, переход ясный.
 31–53 см: серо-бурый, пестрый, комковатый, легкая глина, плотноватый, различные пятна, вскипает, влажноватый, корешки, переход ясный.
 53–71 см: серо-бурый, соломенный, комковатый, суглинок средний, плотноватый, корневые ходы, мелкие ракушки, вскипает, влажный, переход постепенный.

Представленный разрез 01а резко отличается от других по колебанию как физических, так и химических свойств по профилю почвы.

Результаты гранулометрического состава (таблица 1) определили крайне пеструю смену фракций < 0,01 мм по профилю почв. Если в верхнем 0–11 и нижнем 71–102 см слоях почвы, содержание физической глины 29,32–28,34 % – легкосуглинистые, то в середине профиля среднесуглинистый 48,44 %.

Таблица 1 – Гранулометрический состав серо-бурых почв Гарадагского ключевого участка

№ разре- за	Глубина, см	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	< 0,01
01а	0–3	2,96	51,74	15,98	11,96	10,08	7,28	29,32
	3–11	3,60	57,42	13,80	10,22	8,66	6,30	25,18
	11–31	1,70	28,10	21,76	19,28	17,36	11,80	48,44
	31–53	0,58	24,28	22,90	20,52	18,22	13,50	52,24
	53–71	2,24	52,78	14,22	12,86	11,50	6,40	30,76
	71–102	3,42	54,74	13,50	11,48	9,66	7,20	28,34
02а	0–21	2,44	48,40	16,90	13,74	11,40	7,12	32,26
	21–29	1,88	43,58	18,20	14,88	12,16	9,30	36,34
	29–55	2,08	47,82	15,50	12,10	13,74	8,76	34,60
	55–82	1,16	40,92	17,34	15,78	14,08	10,72	40,58
	82–106	1,50	39,30	19,70	16,86	12,74	9,90	39,50
03а	0–13	1,68	42,88	16,82	14,96	13,10	10,56	38,62
	13–46	1,86	45,02	17,26	14,76	12,78	8,32	35,86
	46–63	2,80	53,40	14,90	13,18	8,82	6,90	28,90
	63–86	3,42	58,36	12,78	9,30	9,14	7,00	25,44
	86–102	1,84	52,28	15,60	12,72	10,84	7,72	30,28

Гумусированный слой до 11 см имеет значение 1,48–1,12 %, резко снижаясь с увеличением глубины до 0,39 % (71–102 см). К середине профиля содержание гумуса составило 0,90–0,68 % (таблица 1).

Значения общего азота изменяются пропорционально гумусу, составляя в верхней части профиля 0,127–0,105 %, а в нижней – 0,059 %. Соотношение C : N колеблется в пределах 7,4–8,2. Содержание CaCO₃ в почвах до середины профиля (0–31 см) составляет 16,72–19,29 %, с глубиной его содержание увеличивается 20,12–22,29 %.

В отличие от других разрезов верхняя цементированная кора крайне сильно засолена – плотный остаток составил 7,654 %, и их следует отнести к солончакам. Эти почвы относятся к типу хлоридно-сульфатных. Средние горизонты сильно засоленные – 1,797–1,525 %, с глубиной снижаясь до средnezасоленных 0,887–0,807 %. рН среды щелочная и колеблется между 8,5–9,0.

Емкость поглощения определена во всех разрезах Гарадагского ключевого участка только на верхних горизонтах и составила 18,25–14,25 мг-экв на 100 г почвы. Во всех случаях в составе обменных оснований преобладает Ca⁺⁺ (54,38–56,32 %). Достаточно высоки и значения Mg⁺⁺ – 32,27–29,82 %. Направление изменения содержания Ca и Mg (таблица 1).

По данным обменного Na⁺ почвы средне солонцеватые – 13,35–13,86 % [4].

Сравнивая расположенный на западной части от цементного завода разрез 02а и разрез 01а, расположенный восточнее от цементного завода, по всем показателям физических и

химических можно наблюдать если не резкую, то определенную разницу. Почвообразующие породы представлены третичным и четвертичными отложениями Кайнозоя.

Морфологическое описание разреза 02а по слоям:

- 0–21 см: светло-серый, средний суглинок, мелко комковатый, рыхлый, вскипает, сухой, корни и корешки, переход ясный;
- 21–29 см: серо-бурый, среднесуглинистый, комковатый, плотноватый, влажноватый, остатки корней, переход ясный;
- 29–55 см: серо-бурый, соломенный, среднесуглинистый, крупно комковатый, плотный, влажноватый, множество микропор, корешки, вскипает, переход постепенный;
- 55–82 см: серо-бурый соломенный, тяжелосуглинистый, крупно комковатый, плотный, влажноватый, вскипает, остатки корней, переход постепенный.

Как видно из описания разреза 02а среднесолонцеватые серо-бурые почвы являются сравнительно полноразвитыми. Цвет по профилю изменяется незначительно от светло серого к серо-бурому соломенному. Почвы в основном среднесуглинистые – 32,26–39,5 % (< 0,01 мм) физической глины, и только в горизонте 55–82 см переходят в тяжелосуглинистые 40,58 %, что в принципе согласуется с морфологическими признаками (таблица 1).

Результаты анализов свидетельствуют о низком содержании гумуса даже в верхней части профиля (1,52–1,2 %), закономерно снижаясь с глубиной и составляя 0,99–0,65 % (таблица 2). Уменьшение величин валового азота по профилю соответствует значениям гумуса, составляя при этом в верхней части 0,130–0,110 %, убывая до 0,096–0,075 % в нижних слоях (таблица 2). Содержание карбонатов (CaCO_3) изменяются от 16,29 % до 22,29 %. Увеличение карбонатов к нижним слоям профиля свидетельствует о процессах вымывания с верхних слоев и накопления в нижних слоях профиля.

Довольно высокие значения рН 8,4–8,9 также подтверждает щелочную реакцию среды. Почвы слабозасоленные, по всему профилю 0,234–0,440 % плотного остатка (таблица 2) и имеют сульфатно-хлоридный тип засоления. Результаты анализа обменных оснований довольно низкие по сравнению с восточной стороной цементного завода почти в 2 раза, составляя 14,28–17,80 мг-экв на 100 г почвы в верхних слоях. В составе обменных оснований значительная доля приходится на Ca^{++} (63,26–63,10 %), а Mg^{++} – 23,66–23,14 %, что также можно считать высокими показателями. По шкале солонцеватости [4] следует отнести почвы данного разреза к средне солонцеватым 13,08–13,76 % (таблица 2).

Разрез № 03а расположен на 250 м северо-западнее цементного завода. Почвы представлены серо-бурыми среднесолонцеватыми со среднесуглинистым гранулометрическим составом.

Морфологическое описание разреза 03а по слоям.

- 0–13 см: светло-серый, среднесуглинистый, крупно комковатый, рыхловатый, солевые жилы, корни, сухой, вскипает, переход ясный;
- 13–46 см: серо-бурый пестрый, призмовидный, среднесуглинистый, слабо плотноватый, солевые жилы, много ржавых пятен, влажноватый, вскипает, переход ясный;
- 46–63 см: серо-бурый с коричневым оттенком, легкосуглинистый, листоватый, рыхлый, корешки, солевые точки, ржавые пятна, влажноватый, вскипает, переход ясный;
- 63–86 см: серо-бурый соломенный, легкосуглинистый, листовая структура, рыхлая, много корешков и солевых проявлений, вскипает, влажноватый, переход ясный.

Слабонаклонная равнина выражена аллювиально-проллювиальными породами. Почвы серо-бурые, солончаковые, примитивные.

Гранулометрический состав данных почв легко суглинистый в средних слоях профиля (25,44–28,9 %) и среднесуглинистый в верхней и нижней частях профиля (<0,01 мм) – 38,62–30,28 %) (таблица 1).

Таблица 2 – Основные химические показатели серо-бурых почв Гарадагского ключевого участка

№	Индекс почв	Глубина см	Гумус, %	Общ. азот %	СаСО ₃ , %	рН	Плот. ост., %	СПО, мг/экв	Ca	Mg	Na
									в % от суммы		
1а	AУ _к	0-3	1,48	0,127	16,72	8,5	7,654	18,25	54,38	32,27	13,35
	AУ _{cas}	3-11	1,12	0,105	17,14	8,7	0,563	14,25	56,32	29,82	13,86
	AУ/B _{cascs}	11-31	0,90	0,091	19,29	8,8	1,797				
	BCA _s	31-53	0,68	0,077	20,12	8,6	1,525				
	B/C _{ca}	53-71	0,39	0,059	21,00	8,9	0,887				
	C _{ca}	71-102	–	–	22,29	9,0	0,807				
2а	AУ _{cav}	0-21	1,52	0,130	16,29	8,4	0,234	14,28	63,26	23,66	13,08
	AУ _{ca}	21-29	1,20	0,110	18,00	8,6	0,440	17,80	63,10	23,14	13,76
	A/B _{cas}	29-55	0,99	0,096	19,72	8,5	0,255				
	BCA _s	55-82	0,65	0,075	21,43	8,7	0,365				
	C _{ca}	82-106	–	–	22,29	8,9	0,305				
3а	AУ _{cav}	0-13	1,19	0,109	19,72	8,5	0,960	19,85	60,06	26,64	13,30
	AУ _{cas}	13-46	0,86	0,088	21,00	8,9	1,209	16,81	55,92	27,03	17,05
	BCA _s	46-63	0,54	0,068	22,29	9,1	0,307				
	BCA _{scs}	63-86	0,35	0,056	23,14	9,0	0,584				
	C _{ca}	86-102	–	–	21,43	8,9	0,852				

Значения гумуса превышают единицу только в верхнем слое почвы 0–13 см, составляя 1,19 %, резко снижаясь с глубиной до 0,35 % (63–86 см). В полуметровом горизонте его значения составляют 0,54 % (таблица 2). Значения общего азота также низки: если в верхнем слое почвы, соответствующая гумусу, азот составляет 0,109 %, то, снижаясь к нижним горизонтам, доходит до 0,056 %.

Значения рН колеблются от 8,5 до 9,1 и указывают на щелочную реакцию.

Почвы данного разреза среднекарбонатные и незначительно изменяются по всему профилю от 21,00 до 23,14 %.

В комплексе емкости поглощения, как и во всех случаях, значительная доля приходится на Са⁺⁺ (60,06–55,92 %), обилие ракушечника и четвертичные отложения закономерно способствуют увеличению количества Са⁺⁺ в комплексе [4]. Значения Mg⁺⁺ также достаточно высоки (26,64–27,03 %) (таблица 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахшиева Ч. Т. Новые вопросы в отношении изученности нефтезагрязненности почв Абшеронского полуострова / Ч. Т. Бахшиева, Н. Ф. Акимова // Тр. общ-ва почв-дов Азербайджана. – Т. 6. – Баку : 1996. – С. 70–72.
2. Исаев С. А. Эколого-геохимическая оценка природных и техногенных ландшафтов западной части Абшеронского полуострова / С. А. Исаев, Ф. М. Бабаев, А. И. Рагим-Заде, Р. Р. Султанов // Вестник БГУ, сер. естест. Наук. – № 1. – Баку. – 1998.
3. Керимов А. М. Современное экологическое состояние почв Абшеронского полуострова / А. М. Керимов, Ф. В. Султанзаде // Научн. конгресс, МЭА, Баку : 1996. – С. 125–127.
4. Мамедов Р. Г. Агрофизические свойства почв Азербайджанской ССР / Р. Г. Мамедов. – Баку : Элм, 1989. – 243 с.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Кутакова Ольга Александровна, ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», *Россия*, г. Кострома, kutakowaolga@yandex.ru, a_titunin@ksu.edu.ru, t_vachnina@mail.ru

Титунин Андрей Александрович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», *Россия*, г. Кострома, kutakowaolga@yandex.ru, a_titunin@ksu.edu.ru, t_vachnina@mail.ru

Вахнина Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», *Россия*, г. Кострома, kutakowaolga@yandex.ru, a_titunin@ksu.edu.ru, t_vachnina@mail.ru

Негативным фактором увеличения производительности деревообрабатывающих предприятий является увеличение количества отходов. Одним из направлений переработки древесных отходов является производство теплоизоляционных материалов.

Ключевые слова: отходы, деревообработка, теплоизоляционные материалы, прочность на статический изгиб.

HEAT-INSULATING MATERIAL FROM WOOD WASTE

Kutakova O. A., Titunin A. A., Vachnina T. N.

A negative factor in increasing the productivity of woodworking enterprises is increasing the amount of waste. One of the areas of waste wood processing is the production of thermal insulation materials.

Keywords: waste, woodworking, heat-insulation material, static bending strength.

В настоящее время деревообрабатывающая промышленность в России развивается быстрыми темпами. Это вызвано большой и развитой ресурсной базой лесного хозяйства и постоянным совершенствованием технологий в данной области. Костромская область является одним из ведущих производителей изделий из древесины различного назначения. На протяжении длительного времени количество произведенных пиломатериалов и изделий из них ежегодно растет. Так, например, производство окон, балконных дверей и их коробок, а также дверей в 2017 г. увеличилось в 1,6 раза по сравнению с 2016 г. и составило 76,6 тыс. м². В 2017 г. производство деревянных поддонов увеличилось в 1,8 раза и составило 689,1 тыс. шт. [3]. Однако количество отходов ежегодно также возрастает. Так в 2013 г. количество отходов сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства составляло около 116 тыс. т, а уже в 2015 г. – более 317 тыс. т [2]. Поэтому неслучайно Государственной Думой были внесены поправки в закон об обязательной переработке древесных отходов, согласно которому нельзя будет выбрасывать или сжигать мусор, полученный на лесопильном предприятии [4]. Поэтому исследования, направленные на обоснование направлений использования отходов обработки древесины, приобретают все большую актуальность.

В Костромском государственном университете были изготовлены образцы теплоизоляционного материала из отходов деревообработки с разными диапазонами варьирования плотности и долей опилок по массе наполнителя (таблица 1).

Таблица 1 – Диапазоны, уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование фактора	Обозначения уровней варьирования		Уровни варьирования			Интервал варьирования Δ_i
	Натуральные	Кодированные	1	0	1	
Плотность, кг/м ³	ρ	X ₁	300	350	400	50
Удельная продолжительность прессования, мин/мм	τ	X ₂	0,3	0,35	0,4	0,05
Доля опилок по массе наполнителя	D	X ₃	0	0,2	0,4	0,2

Выходная величина в эксперименте Y – прочность плит при статическом изгибе, МПа. Для изготовления материалов, в качестве связующего использовалась фенолформальдегидная смола с добавлением отвердителя NH_4Cl .

У изготовленных образцов определялась плотность, прочность на статистический изгиб, водопоглощение. Обработка результатов испытаний проводилась по ГОСТ 10633–78 «Плиты древесностружечные. Общие правила подготовки и проведения физико-механических испытаний» [1]. После обработки результатов экспериментов были получены уравнения регрессии и графические зависимости. В качестве примера на рисунках 1–2 представлена зависимость прочности плит при статическом изгибе от плотности и от доли опилок в составе наполнителя соответственно.

$Y \uparrow$

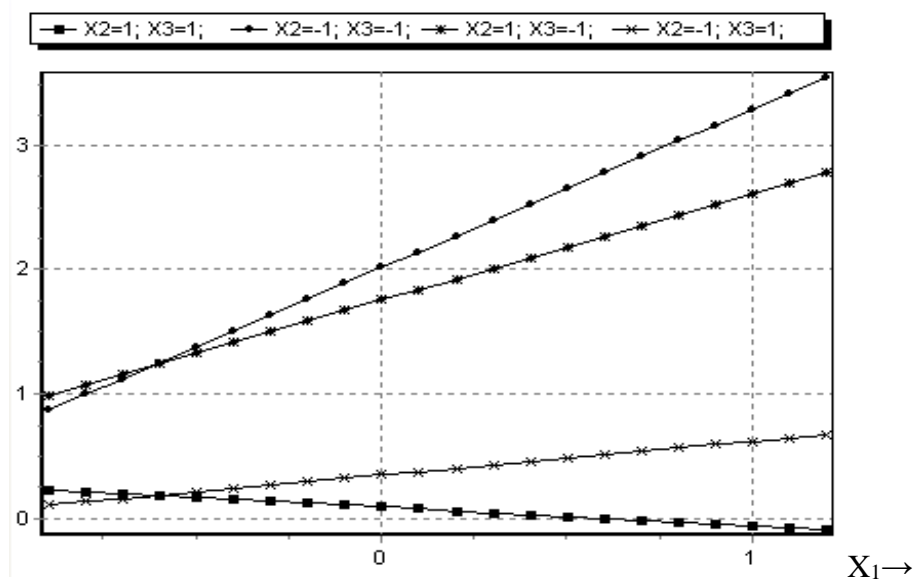


Рисунок 1 – График зависимости выходной величины Y (прочность плит при статическом изгибе, МПа) от X_1 (от плотности плит, кг/м³)

$Y \uparrow$

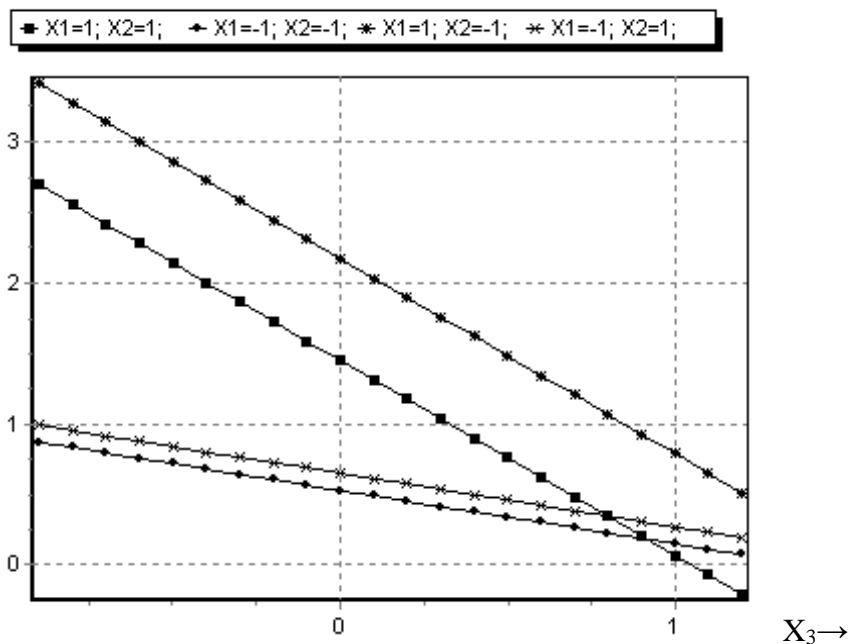


Рисунок 2 – График зависимости выходной величины Y (прочность плит при статическом изгибе, МПа) от X_3 (от доли опилок по массе наполнителя)

Анализ полученных зависимостей позволил сделать следующие выводы.

1. Прочность плит при статическом изгибе составит 1,11 Мпа при плотности плит $P = 350 \text{ кг/м}^2$, удельной продолжительности прессования $\tau = 0,35 \text{ мин/мм}$, доле опилок по массе наполнителя 0,2 %.

2. Наибольшее влияние на прочность плит оказывает доля опилок по массе наполнителя.

3. Эффекты взаимодействия факторов могут быть направлены как на возрастание, так и на убывание прочности плит при статическом изгибе. При одновременном возрастании или при одновременном убывании плотности и удельной продолжительности прессования прочность будет уменьшаться от эффекта взаимодействия. Если один из факторов будет возрастать, а другой в это время убывать, эффект взаимодействия будет увеличивать прочность. Такой же характер влияния имеет эффект взаимодействия плотности и доли опилок по массе наполнителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 10633–78 Плиты древесностружечные. Общие правила подготовки и проведения физико-механических испытаний. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 5 с.

2. Об утверждении территориальной схемы в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, Костромской области [Электронный ресурс] : Приказ Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области от 22 декабря 2016 года № 576 // Официальное опубликование нормативных правовых актов. – Кострома, 2016. – режим доступа: <http://pravo.adm44.ru/view.aspx?id=2499>.

3. Статистический ежегодник. В двух томах. – Т. 2. [Текст]: Стат.сб. / Костромастат. – Кострома, 2018 – 237 с.

4. Утилизация древесных отходов, образующихся в результате деревообработки. [Электронный ресурс] // Vtorothody. – режим доступа: <https://vtorothody.ru/utilizatsiya/drevesnyh-othodov.html>.

УДК 674.8:614.8

ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫЕ ПЛИТЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Панова Анна Дмитриевна, ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет» *Россия, г. Кострома*

Вахнина Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет» *Россия, г. Кострома*

Одно из направлений утилизации отходов фанерного производства – использование их в качестве сырья для древесно-стружечных плит. Для использования плит в строительстве необходимо снизить их горючесть. В статье приведены результаты эксперимента по определению показателей горючести и физико-механических показателей древесно-стружечных плит повышенной огнезащитности.

Ключевые слова: переработка, отходы фанерного производства, древесно-стружечные плиты, антипирен, огнезащитность, потеря массы при горении.

DREVESNOSTRUZHECHNYE PLATES OF THE INCREASED BUILDING PURPOSE FROM WASTES OF PLYWOOD MANUFACTURE

Panova A. D., Vakhnina T. N.

One of the directions of utilization of waste of plywood production – their use as raw materials for wood particle boards. To use the plates in construction it is necessary to reduce their Flammability. The article presents the results of an experiment to determine the parameters of Flammability and physical and mechanical properties of chipboard increased fire resistance.

Keywords: recycling, waste plywood production, particleboard, fire retardant, ognegasitelem, mass loss during combustion.

Деревообрабатывающая промышленность является одной из ведущих отраслей экономики Костромской области. В экспорте продукция лесопромышленного комплекса Ко-

стромской области составляет более 60 % [4], и это вызвано в первую очередь наличием значительных площадей, покрытых лесом. Существенный вклад в экономику Костромской области вносят предприятия по производству фанеры. При этом следует отметить, что существует ряд проблем, связанных с использованием древесного сырья. В фанерном производстве общие ресурсы отходов составляют около 56,6 % перерабатываемого сырья, из них кусковых отходов 60 % [6].

Проблема переработки отходов фанерного производства, в том числе крупнокусковых отходов – шпона-рванины, актуальна многие десятилетия. Многие российские предприятия по производству фанеры отправляют щепу из шпона-рванины на топливные нужды, что крайне нерационально с позиции ресурсосбережения и необходимости повышения коэффициента использования древесины.

Такие предприятия, как НАО «Свеза Кострома», используют шпон-рванину в качестве сырья для производства древесно-стружечных плит (ДСтП), которые используются в мебельном производстве. Для диверсификации, т. е. расширения ассортимента выпускаемой продукции и освоения новых рынков сбыта ДСтП с целью повышения эффективности производства необходима разработка новых видов плит, в том числе – строительного назначения. ДСтП являются перспективным конструкционно-отделочным материалом для строительства, это позволяет снизить издержки на материалы. Однако существует ряд препятствий для развития производства древесно-стружечных композитов строительного назначения [2]. Для использования данных плит в строительстве необходимо, чтобы они обладали повышенной огнезащищенностью и/или водостойкостью (в зависимости от назначения). Показатели безопасности ДСтП как строительного материала должны соответствовать Федеральному закону РФ № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», причем горючесть нормируется для всех видов строительных материалов, включая отделочные и облицовочные.

На кафедре ЛДП Костромского государственного университета проводятся работы по повышению огнезащищенности материалов на основе древесины, в том числе ДСтП. Для введения в состав композитов добавок, снижающих их горючесть, необходимо учитывать влияние антипиренов на нормируемые показатели плит. Как правило, антипирены негативно влияют на их физико-механические показатели [5, 7, 8], поэтому разработку плит повышенной огнезащищенности необходимо вести с учетом влияния добавок на прочность и водостойкость ДСтП. В таблице 1 приведены результаты определения потери массы при огневом воздействии, температуры дымовых газов и физико-механические показатели плит с добавкой антипиренов.

Таблица 1 – Результаты определения показателей плит с добавкой антипиренов

Вид добавки	Средние арифметические показатели плит			
	Показатели огнезащищенности		Физико-механические показатели	
	Потеря массы при горении, %	Температура дымовых газов, С ⁰	Разбухание ДСтП по толщине, %	Предел прочности при изгибе $\sigma_{из}$, МПа
Контрольный образец (без добавки)	24,09	380	21,0	16,92
Алюмохромфосфат + хлористый аммоний	18,39	230	80,25	7,23
Бура+ NH ₄ Cl	21,11	270	29,3	12,55
ПФА+ NH ₄ Cl	13,35	290	28,2	14,19
АБФК+ NH ₄ Cl	9,95	240	28,3	9,4
АХФ	21,54	280	32,7	14,85
Тригидрат алюминия	17,67	320	20,6	16,45

Прочность при статическом изгибе огнезащищенных образцов ниже, чем контрольных. Самую маленькую потерю массы при горении имеют образцы с добавкой алюмоборфосфатного концентрат и хлорида аммония, однако физико-механические показатели данных плит значительно хуже, чем у контрольных ДСтП без добавки антипиренов.

Хороший баланс физико-механических показателей и сниженной горючести имеют плиты с добавкой тригидрата алюминия. Это позволяет рекомендовать их для использования в качестве материала строительного назначения для внутренних отделочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безрукова Т. Л. Экономическая эффективность использования вторичного сырья лесной промышленности / Т. Л. Безрукова, И. И. Шанин, В. В. Травникова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1 (часть 3) – С. 492–495.
2. Вахнина Т. Н. Совершенствование состава и процессов структурообразования древесно-стружечных композитов строительного назначения : дисс. ... канд. техн. наук / Т. Н. Вахнина. – Иваново : ИГАСУ, 2009. – 146 с.
3. Волынский В. Н. Технология стружечных и волокнистых плит / В. Н. Волынский. – Таллинн : Деизидерата, 2004. – 192 с.
4. Инвестиционный портал Костромской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://investkostroma.ru/promyshlennost/struktura-promyshlennosti-kostromskoy-oblasti> (дата обращения 22.01)
5. Кордовская Л. А. Оценка пожарной безопасности полимерных материалов для пассажирского вагостроения : дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1989. – 244 с.
6. Леонович А. А. Теория и практика изготовления огнезащищенных древесных плит / А. А. Леонович. – Л. : Изд. ЛГУ, 1978. – 176 с.
7. Производство фанеры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65625b2bc78b4c43a89421306c37_1.html. (Дата обращения 15.05.2018)
8. Сивенков А. Б. Снижение пожарной опасности материалов на основе целлюлозы : дисс. ... канд. техн. наук / А. Б. Сивенков. – М., 2002. – 172 с.
9. Шелоумов А. В. Технология экологически доброкачественных огнезащищенных древесных плит с использованием фосфор- и алюминийсодержащих связующих [Электронный ресурс] / А. В. Шелоумов – Режим доступа: <http://www.dslib.net/les-technology/tehnologija-jekologicheski-dobrokachestvennyh-ognezawiwennyh-drevesnyh-plit-s.html> (дата обращения 11.11.2018).

УДК 628.113

ПРОЦЕСС КИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

Куличик Дмитрий Михайлович, аспирант, *Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь, г. Минск, dima.kulichik@gmail.com*

Романовский Валентин Иванович, кандидат технических наук, *Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь, г. Минск, V.Romanovski@yandex.ru*

Романовская Елена Владимировна, кандидат химических наук, *Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь, г. Минск, helb@yandex.ru*

Красковский Станислав Владимирович, кандидат технических наук, доцент, *Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь, г. Минск, kstasw@mail.ru*

В статье рассмотрены физико-химические свойства железосодержащих отходов станций обезжелезивания, представлены результаты кислотного выщелачивания железа из них при изменении таких факторов, как концентрация кислоты и время выщелачивания, на основании которых было проведено моделирование процесса выщелачивания. Рассмотрены направления использования полученного прекурсора.

Ключевые слова: железосодержащий осадок, выщелачивание, моделирование процесса, вторичные материальные ресурсы.

ACID LEACHING OF IRON FROM IRON-CONTAINING SLUDGE OF IRON REMOVAL STATIONS

Kulichy D. M., Ramanouski V. I., Romanovskaia E. V., Kraskovski S. V.

The article considers the physicochemical properties of iron-containing waste from iron removal stations, presents the results of acid leaching of iron from them changing such factors as acid concentration and leaching time, on the basis of which the leaching process was simulated. The directions of use of the obtained precursor are described.

Keywords: iron-containing waste, leaching, modeling process, secondary material resources.

Введение. При очистке промывных вод на станциях обезжелезивания образуются железосодержащие осадки, которые в настоящее время хранятся либо вывозятся на захоронение, несмотря на то, что разработаны некоторые направления их переработки. С каждым годом количество накопившихся железосодержащих осадков увеличивается, что приводит к изъятию земель, усугублению экологической обстановки и нерациональному использованию природных ресурсов. Данные осадки характеризуются достаточно постоянным качественным составом с преимущественным содержанием железа, что определяет возможность их полезного использования. В то же время в Республике Беларусь данные осадки сбрасываются в канализационные сети и поверхностные водные объекты либо выводятся на полигоны или шламовые накопители.

В качестве выщелачивающего агента в работе выбрана азотная кислота, так как ее соли обладают достаточно хорошей растворимостью и могут быть использованы в качестве прекурсоров при синтезе наноразмерных железосодержащих материалов различного функционального назначения [1–3].

Материалы и методы исследования. Морфологию и состав осадков станций обезжелезивания определяли методом сканирующей электронной микроскопии с блоком элементного анализа. Фазовый состав осадков определяли рентгенофазовым анализом. Выщелачивание железа из отходов проводили при следующих параметрах: концентрация кислоты 15–30 мин, время выщелачивания 5–30 мин. Исследуемые концентрации выбирали из диапазона 15–30 %, т. к. выше 30 % процесс происходит медленнее из-за ограниченности растворения нитрата железа, а концентрация ниже 15 % является нерациональной, из-за большого разбавления фильтрата. Перемешивание проводилось на механической лабораторной мешалке при 100 об./мин.

Результаты исследований. Элементный анализ отходов станций обезжелезивания показал, что содержание железа в них находится в диапазоне 45–60 %. Низкое содержание железа часто объясняется поступлением песка внутрь водозаборных скважин, что уменьшает содержание железа в конечном осадке. В некоторых образцах обнаружено повышенное содержание кальция, что объясняется контактом подземных вод с карбонатными породами.

Пример рентгенограммы железосодержащего осадка представлен на рисунке 1.

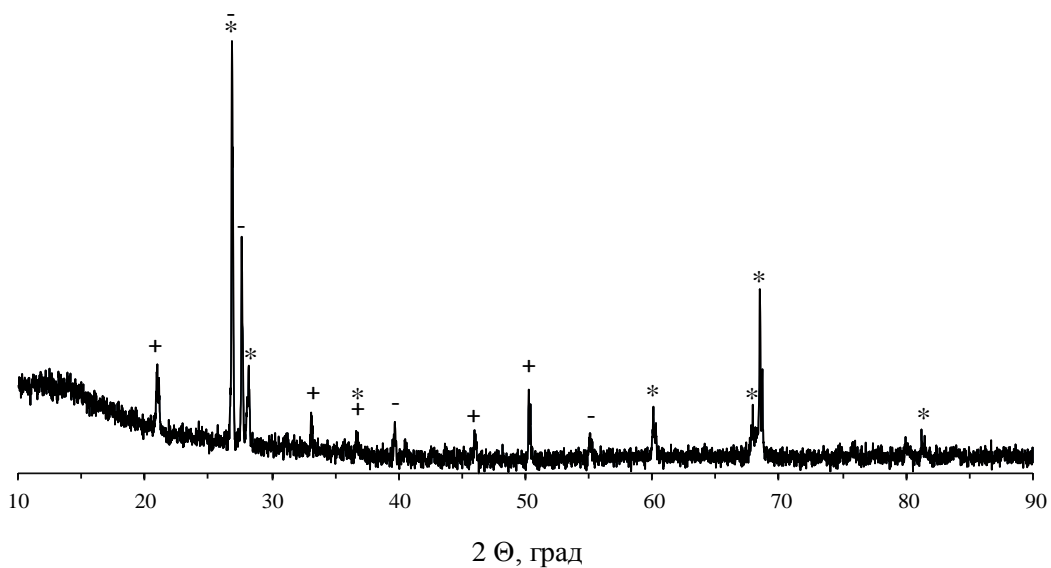
Рентгенофазовый анализ полученного осадка (рисунок 1) показал, что железо представлено в виде различных кристаллических структур: гоэтит $\text{Fe}_4\text{O}_8\text{H}_2$ – 8,4 %, метагидроксид железа $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{H}_2$ – 48,5 %, лепидокрокит $\text{Fe}_4\text{O}_8\text{H}_4$ – 41 %. Исходя из морфологии представленного осадка обезжелезивания и элементного состава можно сделать вывод, что осадок обезжелезивания представляет собой крупные частицы оксида кремния размером около 0,1 мм и аморфный метагидроксид железа FeOOH .

Влажность осадков обезжелезивания, хранящихся на шламохранилищах, составляет от 60 до 80 %, влажность воздушно-сухого осадка составила 5,5 % (при температуре 20 °С).

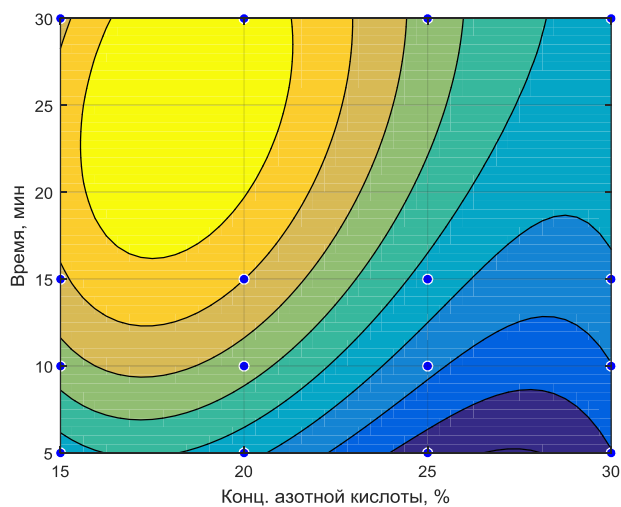
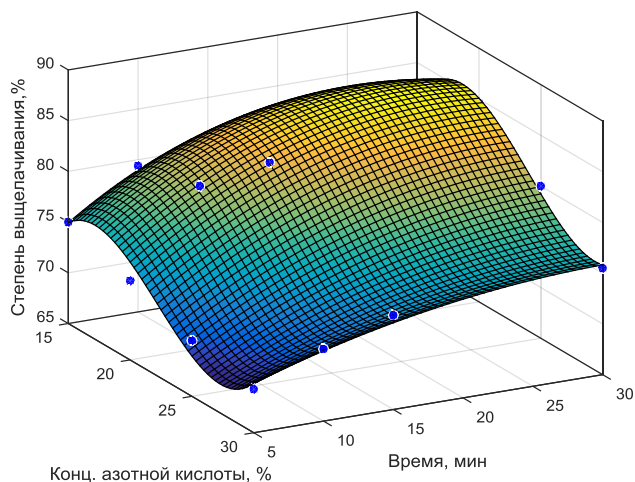
На рисунке 2 приведены результаты моделирования процесса выщелачивания на основе полученных экспериментальных данных при механическом перемешивании. На основе полученных экспериментальных данных было построено уравнение регрессии, позволяющее определить потерю массы железосодержащего осадка (P , %) при выщелачивании в зависимости от времени выщелачивания (T , мин) и концентрации азотной кислоты. Уравнение построено для следующего интервала значений: $T = 0$ –30 мин, $C = 15$ –30 %.

$$P = 97,16 - 3,24 \cdot C - 2,974 \cdot T + 0,07457 \cdot C^2 + 0,4024 \cdot C \cdot T - 0,02729 \cdot T^2 - 0,0001667 \cdot C^3 - 0,009371 \cdot C^2 \cdot T + 0,0004736 \cdot C \cdot T^2.$$

где C – концентрация азотной кислоты, %_{масс}; T – время выщелачивания, мин.



+ – гоэтит; - - мегагроксид железа; * – лепидокрит.
Рисунок 1 – Рентгенограмма железосодержащего осадка



а) б)
Рисунок 2 – Результаты моделирования процесса выщелачивания при механическом перемешивании

Значение коэффициента детерминации модели составляет 0,953, что является показателем высокой степени аппроксимации модели с экспериментальными данными и свидетельствует о сильной положительной связи, которая близка к функциональной.

Выводы. Из полученных данных видно, что при изменении концентрации кислоты с 30 % до 20 % происходит увеличение степени выщелачивания, однако при дальнейшем снижении концентрации кислоты до 15 % происходит уменьшение степени выщелачивания. Это может быть связано с тем, что изначально при уменьшении концентрации происходит увеличение объема воды, что позволяет раствориться большему количеству нитрата железа, и при концентрации кислоты около 20 % достигается максимум растворения.

По изолиниям полученной модели (рисунок 2, б) видно, что максимальная степень выщелачивания достигается при концентрации азотной кислоты 16–21 % и времени обработки 16–30 мин.

Полученный прекурсор железа может быть использован при получении наноразмерных соединений железа различного функционального назначения, например: железосодержащих фотокатализаторов и каталитических материалов органического синтеза, магнитных сорбентов, железосодержащих покрытий различных материалов и др.

ЛИТЕРАТУРА

1 Romanovskii V. I. One-step synthesis of polymetallic nanoparticles in air environment / V. I. Romanovskiy et al. // *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2018. – V. 61. – N 9–10. – P. 43–48.

2 Romanovskii V. I. Modified Anthracites for Deironing of Underground Water / V. I. Romanovskii, A. A. Khort // *Journal of Water Chemistry and Technology*, 2017. – Vol. 39. – Issue 5. – P. 299–304.

3 Романовский В. И. Получение каталитических материалов для водоподготовки и очистки сточных вод из отходов станций обезжелезивания / В. И. Романовский, Д. М. Куличик, П. А. Клебеко, Е. В. Крышилович // *Вода magazine*. – 2017. – № 6(118). – С. 12–15.

УДК 351.77:614.3(476)

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОПРОСОВ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Карпук Лариса Ивановна, ведущий специалист научно-организационного отдела РУП «Научно-практический центр гигиены», Республика Беларусь, г. Минск, *larisa.karpuk@bk.ru*

Спургияш Александр Чеславович, и. о. заведующего отделением коммунальной гигиены ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», Республика Беларусь, Минск, *okg@rcherph.by*

Важность и актуальность в современном обществе проблемы негативного влияния отходов производства и потребления на окружающую среду и состояние здоровья населения связаны с их образованием, складированием и утилизацией.

Ключевые слова отходы, почва, загрязнение окружающей среды.

HYGIENIC ASPECTS OF WASTE MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Karpuk L. I., Spuryash A. Ch.

The importance and relevance in modern society of the problem of the negative impact of production and consumption waste on the environment and public health are associated with their formation, storage and disposal.

Keywords: waste, soil, environmental pollution.

Вопросы эффективного управления отходами и предотвращение их влияния на состояние окружающей среды и здоровье населения не теряют своей актуальности. По данным Всемирной организации здравоохранения загрязнение окружающей среды является одним

из важнейших факторов развития неинфекционных заболеваний населения (далее – НИЗ), которые в Европейском регионе формируют более 80 % случаев смерти, связанных с воздействием факторов риска окружающей среды.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в целях сохранения и укрепления здоровья в республике предусматриваются мероприятия по предупреждению неблагоприятного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения. В рамках единой государственной политики в области обращения с отходами Министерство здравоохранения совместно с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь осуществляет контроль и надзор за выполнением мероприятий по безопасному обращению с отходами в соответствии с требованиями Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами», ведется системная работа по выявлению несанкционированных мест размещения отходов, проводится анализ и оптимизация схем обращения с коммунальными отходами. Наряду с достигнутыми позитивными результатами в области охраны окружающей среды существует ряд нерешенных проблем.

В стране продолжается процесс интенсивного накопления отходов производства. По данным Национального доклада «Состояние окружающей среды Республики Беларусь» (Минск, 2017) в 2017 г. объем образования отходов производства в Республике Беларусь составил 55,5 млн т. Из общего объема образования отходов производства наиболее значительный объем приходится на крупнотоннажные отходы: галитовые отходы и шламы галитовых глинисто-солевых – около 37,3 млн т, фосфогипса – 713,85 тыс. т. В районах размещения объектов захоронения галитовых отходов и фосфогипса, согласно данным экологического мониторинга, фиксируется рост содержания загрязняющих веществ в почвах и подземных водах. Актуальной остается проблема раздельного сбора и переработки коммунальных отходов. Доля извлечения вторичных материальных ресурсов из коммунальных отходов не превышает 16 % [1].

Проблема химического загрязнения почв характерна главным образом для городов, придорожных полос, территорий, прилегающих к объектам захоронения отходов и промышленным организациям, отдельных участков сельскохозяйственных земель [2]. Общая площадь загрязнения тяжелыми металлами (преимущественно кадмий, свинец и цинк) и нефтепродуктами, водорастворимыми соединениями (сульфаты, нитраты, хлориды и др.) и пестицидами составляет около 210 тыс. га.

Осуществление контрольно-надзорной деятельности является значимым основанием для совершенствования системы профилактических действий по предупреждению формирования неинфекционных заболеваний, связанных с воздействием факторов окружающей среды. Совершенствование и оптимизация лабораторного сопровождения деятельности службы и производственного контроля на объектах надзора, реализация комплекса мероприятий планировочного и технологического характера существенно повышает эффективность управления риском здоровью.

Так, по лабораторным данным учреждений государственного санитарного надзора в 2017 г. 12 из 1237 (0,97 %) проб почвы населенных пунктов в селитебной зоне содержали повышенные концентрации солей тяжелых металлов (в 2016 г. – 0,26 %, 2015 г. – 1,11 %); в 103 пробах почвы из населённых пунктов в зоне влияния промышленных предприятий и транспортных магистралей, превышения концентрации солей тяжелых металлов выявлены в 0,97 % случаев (в 2016 г. – 0, 2015 г. – 1,79 %). В 2017 г. из 1881 пробы почвы на селитебной территории не соответствовали гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям 49 – 2,61 % (в 2016 г. – 1,73, 2015 г. – 3,02 %), из 18080 проб почвы яйца гельминтов обнаружены в 232 – 1,28 % (в 2016 г. – 2,14, 2015 г. – 1,83 %).

В ходе проведенных проверок и мониторинга по вопросам благоустройства и санитарного содержания территорий в 2017 г. специалистами санитарно-эпидемиологической службы проведена оценка санитарного состояния 329 360 объектов с прилегающими территориями. Нарушения установленных требований выявлены на 24,1 % объектов, в том числе по содержанию контейнерных площадок – 18,7 %, скоплению мусора в неустановленных местах, несвоевременному вывозу твердых бытовых и крупногабаритных отходов – 17,7 %, другим нарушениям – 32,0 %. Данные нарушения выявлялись на всех административных территориях страны. Также проводилась оценка состояния более 878,2 тысяч дворовых тер-

риторий, из них на 10,9 % – выявлены нарушения. По результатам выявленных нарушений в адрес администраций предприятий, организаций и ведомств направлено 45 682 предписания и рекомендаций по их устранению, в органы исполнительной власти направлено 3691 информационный материал, в заинтересованные службы и ведомства – 3732. За выявленные нарушения требований санитарно-эпидемиологического законодательства в 2017 г. на виновных лиц субъектов хозяйствования по охране почвы наложено 3 242 штрафа на сумму 353 142 400 рублей, в следственные органы прокуратуры передано 23 дела, по 17 (73,91 %) из которых приняты решения о привлечении к ответственности субъектов хозяйствования.

Особого внимания требует ситуация с управлением медицинскими отходами. В соответствии с действующим законодательством основная масса медицинских отходов, за исключением опасных медицинских отходов – отходов цитостатических фармацевтических препаратов (далее – цитостатики), может захораниваться на полигонах твердых коммунальных отходов. В целях контроля за состоянием окружающей среды в зоне возможного неблагоприятного влияния полигонов проводятся лабораторные исследования подземных вод из контрольных скважин. По результатам многолетних наблюдений отмечено соответствие гигиеническим нормативам.

Отходы цитостатиков согласно требованиям санитарно-эпидемиологического законодательства подлежат уничтожению путем пиролизического двухступенчатого сжигания при температуре не ниже 1200 °С со временем выдержки газов не менее 0,5 с. В Республике Беларусь отходы цитостатиков утилизируют методом пиролизического сжигания на 6 специализированных установках. По заказу Министерства здравоохранения Республики Беларусь НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ разработал новое поколение оборудования – установку микроволнового пиролиза опасных медицинских отходов, в которой за пять лет утилизировано 30 т отходов цитостатиков. Всего, включая период Национального плана действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды Республики Беларусь, в Белоруссии обезврежено порядка 400 т отходов цитостатиков.

Определяющим инструментом координации правоприменительной практики системы государственного регулирования в задачах по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и безопасности здоровья населения является гигиеническое нормирование, ограничивающее влияние негативных факторов риска, в том числе развития НИЗ.

В 2018 г. в целях реализации Декрета Президента Республики Беларусь от 23.11.2017 № 7 «О развитии предпринимательства» была проведена масштабная работа по совершенствованию нормативно-правовой базы. Специалистами республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» разработан проект постановления Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении гигиенических нормативов «Показатели безопасности и безвредности продукции и факторов среды обитания человека», содержащий главы «Показатели безопасности и безвредности почвы», «Требования к содержанию действующих веществ средств защиты растений в объектах среды обитания, продовольственном сырье, пищевых продуктах», в которых изложены гигиенические требования к показателям безопасности и безвредности почвы, средств защиты растений в объектах среды обитания.

При сотрудничестве с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерством здравоохранения Республики Беларусь осуществляется координация работ по реализации в стране положений Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях и Базельской конвенции о контроле за трансграничным перемещением опасных отходов и их удалением.

В целях реализации положений Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях 27.06.2011 г. принят Указ Президента Республики Беларусь № 271 2 «Об утверждении Национального плана выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по реализации положений Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, в 2011–2015 годах», стратегической целью которого являлось обеспечение охраны здоровья человека и окружающей среды от воздействия СОЗ. В рамках реализации Национального плана, помимо прочих мероприятий, было ликвидировано Слонимское захоронение непригодных пестицидов.

Во исполнение положений Базельской конвенции о контроле за трансграничным перемещением опасных отходов и их удалением в рамках Таможенного союза (ТС) / Евразий-

ского экономического союза (ЕАЭС) в стране осуществляются мероприятия по нетарифному регулированию в части трансграничного перемещения отходов.

В целях сохранения здоровья населения и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в Республике Беларусь наиболее актуальными задачами на перспективу считаем повышение приоритета профилактики НИЗ, минимизация факторов риска неинфекционных заболеваний, связанных с воздействием окружающей среды, дальнейшее совершенствование методологии анализа рисков для здоровья, расширение научного обоснования ущерба, причиненного здоровью вследствие нарушения требований санитарно-эпидемиологического законодательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь, 2017 [Электронный ресурс] : статист. сб. // Нац. статист. комитет Республики Беларусь. – Режим доступа : <http://www.belstat.gov.by/oftsialn>.

2. Марченко А. Н. Гигиенические аспекты обращения с отходами производства и потребления и сохранение здоровья населения региона / А. Н. Марченко // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 3. – С. 141–146.

УДК 631.48

ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕБАЗЫ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА ЕГО ТЕРРИТОРИИ ТЕХНОЗЕМОВ

Чугунова Марина Валентиновна, кандидат биологических наук, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Россия, г. Санкт-Петербург, chuginova54@gmail.com

Бакина Людмила Георгиевна, доктор биологических наук, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Россия, г. Санкт-Петербург, chuginova54@gmail.com

Герасимов Александр Олегович, кандидат биологических наук, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Россия, г. Санкт-Петербург, chuginova54@gmail.com

Характер воздействия нефтебазы на экологическое состояние находящихся на ее территории техногенных почв и грунтов определяли, сравнивая их микробиологические, химические и физико-химические показатели с таковыми фоновых аналогов. Установлено, что промышленный объект существенно не влиял на нормальное функционирование микробиоценозов исследованных техноземов, а следовательно, и всей почвенной экосистемы в целом. Результаты микробиологических исследований были подтверждены аналитическими методами.

Ключевые слова: нефтебаза, техногенные почвы, почвенное дыхание, средорегулирующая активность микроорганизмов, химические свойства грунтов.

THE INFLUENCE OF CONSTRUCTION AND OPERATION OF THE PETROLEUM TANK FARM ON THE ECOLOGICAL STATE OF TECHNOSOLS FORMED INSIDE ITS TERRITORY

Chuginova M. V., Bakina L. G., Gerasimov A. O.

The influence of petroleum tank farm on the ecological condition of the technosols formed inside its territory was studied. Technogenic soils were compared with common analogs by microbiological, chemical and physicochemical indexes. It was established that the industrial facility hadn't significantly influenced the normal functioning of the studied technosols' microbiota, and, therefore, the soil ecosystem in general. Results of microbiological researches were confirmed with analytical methods.

Keywords: petroleum tank farm, technosols, soil respiration, microbial medium regulating activity, chemical and physicochemical indexes.

Важнейшим компонентом органического вещества как природных, так и антропогенно нарушенных ландшафтов являются микробные сообщества. Именно микроорганизмы

определяют скорость и направленность превращения веществ в многокомпонентных твердых субстратах, к которым относятся почвы, почвогрунты и природные грунты (пески и глины), и поддерживают в них состояние экологического равновесия (гомеостаз). Кроме того, микроорганизмы среди представителей почвенной биоты являются наиболее чувствительными биоиндикаторами, быстро реагирующими на изменения в среде. В связи с этим микробиологические показатели с успехом используются для экологической оценки состояния почв и грунтов в условиях техногенеза [3, 6].

На территории изучаемого промышленного предприятия по приему и хранению нефти (нефтебазы), расположенного в Ленинградской области, к настоящему времени сформировались техногенные почвы и грунты: песчаные реплантоземы и насыпные строительные пески. Песчаный реплантозем нефтебазы и его природный аналог, песчаный подзол, можно отнести к почвам с простой организацией, характеризующимся малым набором почвенных горизонтов, невысоким содержанием органического вещества, отсутствием существенных различий между горизонтами по гранулометрическому составу [7]. Известно, что просто организованные природные системы очень быстро выводятся из равновесия под воздействием любых экзогенных воздействий, в том числе техногенных [2]. Поэтому можно предположить, что последствия строительства и эксплуатации объекта могли оказывать заметное (возможно негативное) влияние на функционирование сообщества микроорганизмов расположенных на ее территории почвогрунтов и грунтов, а следовательно, и на всю почвенную экосистему в целом.

В связи с этим задача исследования состояла в определении характера и степени техногенного воздействия, обусловленного эксплуатацией промышленного объекта, на микробиологическое состояние находящихся на его территории техноземов с целью оценки их экологического состояния.

Объектами исследования являлись техноземы:

- 1) сформировавшийся на территории предприятия гумусовый реплантозем песчаный на песчаных техногенных насыпных грунтах;
- 2) строительный песок, складываемый на территории предприятия.

В качестве контроля при проведении оценки микробиологического состояния реплантозема использовали две фоновые почвы: дерново-скрытоподзолистая песчаная почва под мелколиственным лесом и подзол песчаный под хвойным лесом. Контролем для строительного песка на территории нефтебазы служили: природный песок, образцы которого были взяты из близлежащего к нефтебазе карьера, и чистый промытый озерный песок (Карельский перешеек).

В качестве показателя микробиологической активности реплантозема и песчаного грунта нефтебазы при оценке их экологического состояния была использована интенсивность выделения CO_2 (иначе – почвенное дыхание), которая характеризует напряженность протекающих в почвах и грунтах процессов биодеструкции органического вещества. В настоящее время почвенное дыхание считается одним из наиболее важных индикаторов состояния не только микробного комплекса почв и почво-грунтов, но и почвенной экосистемы в целом [4, 5]. Интенсивность выделения углекислого газа фоновыми почвами, реплантоземом и песчаными грунтами определяли в лабораторных условиях адсорбционным методом [8].

Другим показателем экологического состояния техноземов служила средорегулирующая активность микроорганизмов, с помощью которой преобразуются поступающие в грунт органические и минеральные вещества. Количественную оценку регуляторных механизмов, ограничивающих диапазон колебаний химических свойств почвы, проводили по интенсивности ответной реакции микроорганизмов на внесение энергетического субстрата [1]. В данном случае ответная реакция рассматривается как особый биологический механизм, обеспечивающий удаление возникающего в силу различных причин избытка соединений, нарушающих химическое равновесие почвы.

В качестве стимулятора ответной биологической реакции исследованных фоновых почв, реплантозема и песчаных грунтов использовали глюкозу, которую вносили в количестве 1 % от веса сухой почвы. Скорость и интенсивность ответной реакции устанавливали по количеству выделившейся углекислоты, которую определяли в контролируемых лабора-

торных условиях в динамике ежедневно в течение нескольких дней адсорбционным методом [8]. Длительность наблюдений зависела от скорости и интенсивности потребления микроорганизмами глюкозы. Определение заканчивалось, когда после прохождения пика активности количество углекислого газа начинало уменьшаться. Показателем характера ответной биологической реакции почв на внесение глюкозы (иначе – средорегулирующей активности микробсообществ) служил уровень максимальной суточной энергии процесса выделения CO₂. Все определения проводили в 4-кратной повторности; полученные результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа.

В исследованных образцах также определяли основные химические диагностические показатели (рН, гидролитическая кислотность, содержание органического вещества, сумма обменных оснований, степень насыщенности основаниями, содержание валовых и подвижных форм железа и марганца), гранулометрический состав и фракционно-групповой состав гумуса.

Результаты микробиологических исследований показали, что деятельность нефтебазы не оказывала негативного воздействия на микробиологическое состояние реплантоземов, расположенных на ее территории. Об этом свидетельствуют ненарушенные, по сравнению с контролем, функциональные свойства их микробных комплексов (средорегулирующая активность микроорганизмов и почвенное дыхание). Насыпной песчаный грунт на территории объекта, по микробиологическим показателям также существенно не отличался от своих природных аналогов.

Результаты микробиологических исследований техноземов нефтебазы были подтверждены методами химического и физико-химического анализа. Так, исследованные реплантозем и насыпной песок, используемые при строительстве и эксплуатации нефтебазы, по своим общим химическим показателям, содержанию различных форм железа и марганца, а также гранулометрическому составу существенно не отличались от фоновых аналогов.

Изучение фракционно-группового состава гумуса песчаного реплантозема также выявило, что биохимические процессы превращения, гумификации и гумусообразования в нем протекали точно так же, как и в фоновых почвах.

Итак, в контрольных образцах и в образцах техногенных почв и грунтов микробиологические, химические и физико-химические показатели были практически идентичны. Это позволяет сделать вывод о том, что строительство и эксплуатация объекта не повлияли на нормальное, устойчивое функционирование почвенных экосистем, сформировавшихся на его территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристовская Т. В. Скорость биологической реакции почвы на внесение органических веществ как показатель способности микрофлоры к регуляции условий почвенной среды / Т. В. Аристовская, М. В. Чугунова, Л. В. Зыкина // Микробиология. – 1988. – Т. 57. – Вып. 5. – С. 860–867.
2. Безкоровайная И. Н. Азотный фонд песчаных подзолов после контролируемых выжиганий сосняков / И. Н. Безкоровайная, П. А. Тарасов, Г. А. Иванова [и др.] // Почвоведение. – 2007. – № 6. – С. 775–783.
3. Гузев В. С. Техногенные изменения сообщества почвенных микроорганизмов / В. С. Гузев, С. В. Левин // Перспективы развития почвенной биологии : материалы конф. – М. : МАКС Пресс, 2001. – С. 178–219.
4. Ершов Ю. И. Органическое вещество биосферы и почвы / Ю. И. Ершов // Новосибирск : Наука, 2004. – 104 с.
5. Заварзин Г. А. Почва как главный источник углекислоты и резервуар органического углерода на территории России / Г. А. Заварзин, В. Н. Кудеяров // Вестник Российской Академии Наук. – 2006. – Т. 76. – № 1. – С. 14–29.
6. Звягинцев Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
7. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.
8. Alef K. Soil respiration. In: Methods in applied soil microbiology and biochemistry. In : Alef K, Nannipieri P (ed), Academic Press, Harcourt Brace & Company. – London. – 1995. – P. 214-219.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Мухин Виктор Михайлович, доктор технических наук, профессор, АО «Электростальское НПО «Неорганика», Россия, Московская обл., г. Электросталь

Спиридонов Юрий Яковлевич, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», Россия

Разработка технологии детоксикации почв от остатков пестицидов является важным аспектом экологизации растениеводства. Целью работы явилась разработка активных углей для детоксикации почв сельхозугодий от остатков пестицидов. Получены активные угли на основе различных типов исходного сырья и оценена их эффективность в вегетационных опытах при выращивании различных овощных культур и подсолнечника. Показано, что применение активных углей в дозах 100–200 кг/га позволяет повысить урожайность на загрязненных остатками пестицидов сельскохозяйственных угодьях в среднем на 20–80 % в зависимости от вида возделываемых культур и обеспечить возможность получения урожая диетической кондиции. В развитии применения угледсорбционных технологий в сельском хозяйстве выполнены исследования по детоксикации кормов и комбикормов на птицеводческих фабриках. Установлено, что включение в рацион птицы 0,5–1,0 % масс. активного угля марки «Птицесорб» способствовало снижению на 30–40 % производственных затрат, обусловленных негативным действием микотоксинов корма и, кроме того, на 6 % повысилась сохранность поголовья птицы.

Ключевые слова: экологические угрозы, активный уголь, пестициды, детоксикация почв, растениеводство, птицеводство, детоксикация комбикормов.

THE USE OF ACTIVE CARBON IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Mukhin V. M., Spiridonov Yu. Ya.

Development of technology for detoxification of soils from pesticide residues is an important aspect of greening plant growing. The aim of this work was to develop activated carbons for detoxification of soils of agricultural function from pesticide residues. Received active coals on the basis of various types of raw materials and their efficiency is estimated in pot experiments in the cultivation of various crops and sunflower. It is shown that application of active carbons in doses of 100–200 kg/ha increases the yield of contaminated agricultural land on average 20–80 % depending on the species of cultivated crops and provide the possibility of obtaining a crop of dietary condition. In the development of preadsorption technologies in agriculture carried out research on the detoxification of feed and fodder for poultry factories. It is established that the inclusion in the diet of birds at the level of 0,5–1,0 % contributed to a decrease in 30–40 % of production costs due to the negative effects of mycotoxins feed and, in addition, 6 % increased the safety of poultry.

Keywords: environmental threats, active carbon, pesticides, detoxification of soil, crop, poultry, detoxification of animal feed.

Широкомасштабное использование в мировой сельскохозяйственной практике разнообразных химикатов, в том числе пестицидов, обострило медико-экологические проблемы, обусловленные загрязнением продуктов растениеводства, животноводства и биосферы в целом. В настоящее время ассортимент применяемых в различных странах мира ядохимикатов насчитывает около тысячи наименований (по действующим веществам), при этом широко используют около трехсот [1].

При решении экологических задач агропромышленного комплекса (АПК) активные угли характеризуются такими преимуществами, как избирательность сорбции органических токсикантов, универсальность сорбционных свойств, высокая поглощательная способность, гидрофобность, удобная препаративная форма (зерна, порошок) и низкая стоимость [2].

Представленные в таблице 1 результаты экспериментов, выполненных в лаборатории искусственного климата (ЛИК) с разными типами и концентрациями (соответствующими реальным остаточным количествам) гербицидов в почвах, свидетельствуют, что активный уголь «Агросорб» действительно является универсальным средством для восстановления

плодородия загрязненных почв вне зависимости от типа и остаточного содержания гербицида, повышая урожайность на 20–100 %.

Таблица 1 – Эффективность восстановления плодородия почв, загрязненных остатками гербицидов, с помощью модифицированных активных углей при норме применения 100 кг/га

Остатки гербицидов в почве	Культура	Показатели сохраненного урожая тест-культур, % к загрязненному контролю
Хлорсульфурон, 0,2 г/га	Огурец	16–20
	Свекла	58–63
	Редис	23–28
Тербацил, 1,4 кг/га	Огурец	23–27
	Свекла	64–69
	Редис	30–39
Пиклорам, 2 г/га	Огурец	22–24
Симазин, 50 г/га	Томат	22–26
Хлорсульфурон, 0,4 г/га	Томат	98–100
	Свекла	98–99
	Редис	98–100

Другим важным результатом углесорбционной детоксикации почв является получение экологически чистой продукции растение- и овощеводства. В таблице 2 представлены результаты сопоставительных экспериментальных исследований на сельскохозяйственных культурах при их возделывании по обычной технологии и с использованием углеродного адсорбента. Как видно, внесение активных углей на загрязненные участки в количестве до 100 кг/га (в случае зерновой культуры ячменя до 200 кг/га) позволяет резко снизить, а в ряде случаев и полностью исключить накопление гербицидов в продуктах растение- и овощеводства. Следовательно, применение АУ в агротехнологиях непосредственно влияет на питание и качество жизни человека.

Таблица 2 – Накопление гербицидов сельскохозяйственными культурами

Доза гербицида, кг/га	Доза активного угля, кг/га	Тест-культура	Содержание гербицида в урожае, мкг/кг
Трефлан – 1	–	Томаты	28
Трефлан – 1	100	Томаты	0,6
Трефлан – 1	–	Морковь	95
Трефлан – 1	100	Морковь	не обнаружено
2,4-Д – 5	–	Ячмень	220
2,4-Д – 5	200	Ячмень	не обнаружено
2,4-Д – 10	–	Ячмень	670
2,4-Д – 10	200	Ячмень	не обнаружено
2,4 – дихлорфеноксиуксусная кислота			

Таким образом, использование активных углей для детоксикации почв путем фиксации находящихся в них остаточных количеств пестицидов и продуктов их полураспада имеет два важных аспекта: повышение урожайности на загрязненных сельскохозяйственных угодьях в среднем на 20–80 % в зависимости от вида возделываемых культур и обеспечение возможности получения урожая диетической кондиции.

Столь очевидные положительные результаты по углесорбционной детоксикации почв, полученные нами на основе внесения в загрязненную остатками гербицидов почву активного угля марки «Агросорб», заставили начать разработку новых марок АУ почвенно-го применения.

Объемы производства зерна постепенно нарастают, поэтому растет и производство соломы (в нашей стране за год накапливается 80–100 млн т соломы одних только злаковых и крупяных культур). Возникает необходимость рационального решения проблем послеуборочной обработки почвы и утилизации растительных отходов, поскольку в настоящее время их просто сжигают или запахивают в землю. Для получения новых активных углей выбрали солому пшеницы, овса и рапса.

Логично было определить эффективность полученных АУ непосредственно при детоксикации почв от остатков применяемых гербицидов. Опыты проводились в лаборатории искусственного климата (ЛИК) ГНУ ВНИИ фитопатологии РАСХН (г. Голицыно, Московская область). Для высева тест-культуры подсолнечника использовали горшки вместимостью 600 г почвы, которую загрязняли гербицидом Зингер в дозе, соответствующей 5 г/га, и вводили дозу АУ в расчёте 100 кг на 1 га. По истечении 30 сут оценивали среднюю массу тест-растения. Результаты опытов приведены в таблица 3.

Таблица 3 – Влияние активных углей на фитотоксичность метсульфурон-метила (Зингер, СП) на примере растений подсолнечника (сентябрь, 2013)

Вариант	Средняя масса, г	% к контролю
Зингер, СП	1,1	73,2
Зингер, СП + АУ из соломы овса	3,9	4,9
Зингер, СП + АУ из соломы пшеницы	3,9	4,9
Зингер, СП + АУ из соломы рапса	3,2	21,9
Зингер, СП + АУ Grosafe	3,6	12,2
Контроль (без гербицидов)	4,1	-

Из таблицы 4 видно, что подавление роста по отношению к чистому контролю на загрязнённых гербицидами почвах (на примере Зингера) при применении АУ из соломы пшеницы и овса составляет всего 4,9 %, в то время как у всемирно признанного активного угля почвенного назначения марки Grosafe оно достигает 12,2 %. Это говорит о том, что эффективность полученных АУ из соломы в 2,5 раза выше применяемого препарата для детоксикации почв. Очевидно, это связано с высоким развитием транспортных макропор, что существенно улучшает кинетику (скорость) поглощения остатков гербицидов из почвенного раствора.

Важная роль принадлежит активным углям и в экологизации возделывания овощных культур в закрытых грунтах. Известно, что с течением времени почва (субстрат) в теплицах угнетается применяемыми агрохимикатами и ее приходится заменять на свежую, что влечет большие трудозатраты.

Нами предложен новый способ возделывания овощных культур в теплицах, включающий помещение в теплицу субстрата и высев семян или рассады, причем в качестве субстрата использовали перепревшие опилки, карбонизат шелухи подсолнечника и активный уголь в соотношении (78–81) : (18–21) : (0,8–1,2) соответственно, в который добавляли рабочий раствор, содержащий биопрепарат – споры гриба *Trichoderma harzianum*, штамм ВКМ F-4099D в соотношении субстрат : рабочий раствор (97–99) : (1–3); при этом рабочий раствор биопрепарата содержал $1 \cdot 10^{11}$ – $1 \cdot 10^{14}$ спор гриба *Trichoderma harzianum*, штамм ВКМ F-4099D в литре раствора.

Вегетационные опыты были выполнены в лаборатории искусственного климата (ЛИК) ФГБУН ВНИИ фитопатологии РАН.

Основа субстрата: перепревшие опилки размером 0,1–0,3 мм, карбонизат шелухи подсолнечника размером 0,3–3,0 мм и активный уголь с размером частиц 0,1–1,5 мм в соотношении (78–81) : (18–20) : (0,8–1,2) соответственно, загружали их последовательно в аппарат смешения (типа корыта) и перемешивали в течении 5–15 минут.

Затем в выбранной емкости готовили водный рабочий раствор спор гриба *Trichoderma harzianum*, штамм ВКМ F-4099D (Т h), поддерживая его концентрацию в растворе на уровне $1 \cdot 10^{11}$ – $1 \cdot 10^{14}$ микроорганизмов в литре раствора.

Повторно загружали основу субстрата в аппарат смешивания (типа корыта), равномерно поливали его раствором биопрепарата Т. h., после чего перемешивали в течение 5–15 мин для равномерного распределения микроорганизмов в основе субстрата.

Приготовленный субстрат закладывали соответственно выбранной для данного тепличного хозяйства технологии и производили посадку в него семян или рассады овощных культур.

Оценку повышения урожайности определяли в вегетационных опытах в камере искусственного климата (аналога теплицы с закрытым грунтом). Для высева тест-культуры использовали горшки вместимостью 600 г почвы, которые заполняли подготовленным субстратом и проводили выращивание растения. При этом в качестве тест-растения использовали томат. По истечении 30 сут оценивали среднюю массу тест-растения путем срезания зеленой массы на уровне верха горшка.

В этой технологии перегнившие опилки и карбонизат шелухи подсолнечника играли роль питательной среды для спор гриба *Trichoderma harzianum*, штамм ВКМ F-4099D, причем карбонизат шелухи подсолнечника играл роль пролонгированного питания. Активный уголь марки АУК (на основе косточкового сырья) сорбировал токсиканты, выделяемые спорами грибка и тест-растения, а также остатки ядохимикатов, что существенно повышало вегетационный рост растений. Возделывание по предлагаемому способу томатов позволило повысить их вегетационный рост на 90–130 % по сравнению с контрольным опытом по выращиванию томатов на обычной подзолистой почве.

Есть основания полагать, что применение предлагаемого нами субстрата позволит не только улучшить качество плодов томата, но и позволит более длительно эксплуатировать субстрат без его замены.

Таким образом, применение технологии углеадсорбционной детоксикации почв позволяет обеспечить восстановление плодородия почв, получение экологически чистой продукции в растение- и овощеводстве, а также эффективную утилизацию многотоннажных отходов растениеводства, что будет способствовать повышению качества жизни населения Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухин В. М. Активные угли России / В. М. Мухин, В. Н. Клушин. – М. : Металлургия. 2000. – 352с.
2. Мухин В. М. Экологические аспекты применения активных углей / В. М. Мухин // Экология и промышленность России. – Декабрь 2014. – С. 52–56.

УДК 633.85:631:526

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАСЛОСЕМЯН ГВИЗОЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Пензенского ИСХ – филиала ФГБНУ ФНЦ ЛК, **Россия**, Пензенская обл., Лунино, prakhova.tanya@yandex.ru

Буйанкин Виктор Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Нижне-Волжский НИИСХ филиал ФНЦ агроэкологии РАН, **Россия**, Волгоград, buiankina.nastya@yandex.ru

Повышенный удельный вес паров (30–50 %), озимых зерновых и подсолнечника ведут к снижению плодородия почвы. Альтернативой подсолнечнику может быть афроазиатская масличная культура гвизоция абиссинская (*Guizotia abyssinica* Cass.), не требующая пропашных обработок полей. В статье приводятся собственные исследования за 2006–2018 гг. в разных почвенно-климатических условиях Поволжья по испытанию этой культуры. Выявлена высокая жарозасухоустойчивость, неприхотливость к почвенным условиям, пластичность к меняющейся погоде и стабильность урожая. Сорт Медея может возделываться от лесостепной до полупустынной зоны Поволжья. Ее продуктивность и качество сырья зависят от плодородия почвы и осадков. В Пензенской области урожайность гвизоции составляла 1,70–1,75 т/га, в Волгоградской и Астраханской областях на 35–40 % ниже. Возделывание гвизоции с поливом на слабогумусных почвах повышает ее биологический урожай до 250 г/м² маслосемян. Масло гвизоции может служить источником незаменимой жирной линолевой кислоты (омега-6) в питании человека.

Ключевые слова: Гвизоция (нуг) абиссинская, экологические посевы, урожайность, жирнокислотный состав

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF OILS OF GUIZOTIA OLEMS IN VARIOUS ECOLOGICAL CONDITIONS OF CULTIVATION

Prakhova T. Y., Buyankin V. I.

The increased share of vapors (30-50%), winter grain and sunflower lead to a decrease in soil fertility. An alternative to sunflower can be an Afro-Asian oilseed *Guizotia abyssinica* (*Guizotia abyssinica* Cass.), which does not require cultivated fields. The article presents its own research for 2006-2018. in different soil and climatic conditions of the Volga region to test this culture. High heat-drought resistance, unpretentiousness to soil conditions, plasticity to changing weather and stability of the harvest were revealed. The variety *Medea* can be cultivated from the forest-steppe to the semi-desert zone of the Volga region. Its productivity and quality of raw materials depends on soil fertility and precipitation. In the Penza region, the yield of *Guizotia* was 1.70-1.75 t / ha, in the Volgograd and Astrakhan regions by 35-40% lower. Cultivation of *Guizotia* with irrigation on low-humus soils increases its biological yield by up to 250 g / m² of oilseeds. *Guizotia* oil can serve as a source of essential fatty linoleic acid (omega-6) in human nutrition.

Keywords: *Guizotia* (nougat) *abissinica*, ecological crops, yield, fatty acid composition

Введение. В степной зоне страны пахотные земли отводятся под ограниченный набор полевых культур, преимущественно зерновые по парам и подсолнечник, что ведет к истощению почвы и снижению продуктивности агроландшафтов. К примеру, за последние 25 лет в Волгоградской области при системе трехполья каждое поле уже по 7–8 раз отводилось под пары при ежегодной пестицидной нагрузке. Это не может не сказываться на плодородии всех элементов сельскохозяйственных ландшафтов. Выход видится в расширении биоразнообразия культур и, в первую очередь, за счет снижения площадей подсолнечника. Альтернативой подсолнечнику может быть гвизоция (нуг) абиссинская (*Guizotia abyssinica* Cass.) из семейства астровых (рисунок 1).

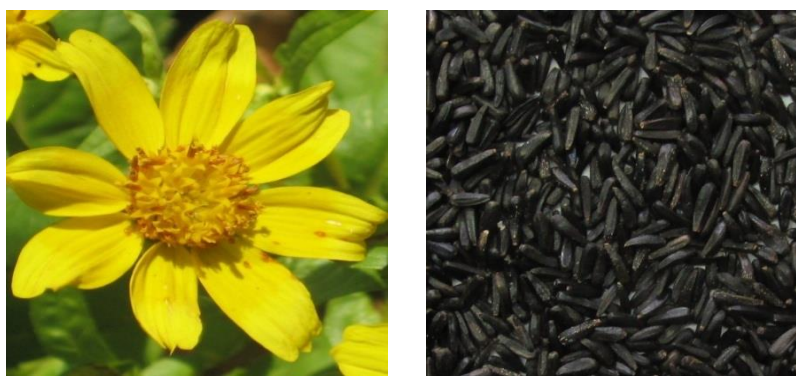


Рисунок 1 – Семена и цветок гвизоции

Гвизоция многие столетия выращивалась в жестких природных условиях Африки и Азии. В Эфиопии, Непале, Индии и других южных странах гвизоция традиционно выращивается на пищевое масло [3, 6]. В семенах содержится до 42,0 % жира с преимуществом линолевой кислоты, необходимой организму человека и животным [1].

Целью наших исследования является испытание данной культуры в контрастных условиях Среднего и Нижнего Поволжья.

Материалы и методы исследований. В Волгоградской области изучение гвизоции было начато в 2006–2008 гг. на светло-каштановых тяжелосуглинистых солонцеватых почвах с поливом и каштановых легкосуглинистых почвах без полива.

В Пензенской области исследования проходили в 2013–2018 гг. на выщелоченных среднесуглинистых черноземах. В Пензенском ИСХ методом индивидуального отбора был создан сорт гвизоции абиссинской *Medea* (заявка № 75328/8152960 с датой приоритета 23.04.2018 г.), который использовался в наших совместных исследованиях.

Все наблюдения и учеты осуществлялись в соответствии с методическими рекомендациями ВИРа [4]. Исследованиями была установлена экологическая пластичность сорта, его исключительная жаро-засухоустойчивость, неприхотливость к почвенным условиям, высо-

кое содержание жира в семенах, пригодность к механизированному возделыванию культуры и технологичность выращенного сырья для переработки на маслозаводах [1, 2, 5].

Масличность семян гвизоции и их масложировой состав определялись в лабораториях Волгоградских маслозаводов «Сарепта» и «Родос» с использованием метода хроматографии по действующим ГОСТам.

Результаты исследований. Испытание гвизоции в Волгоградской области проводилось в очень жестких метеоусловиях. Дневные температуры доходили до 40 °С при относительной влажности воздуха в полдень 30 % и ниже. Полезных осадков в июле, августе и сентябре не было. Гидротермический коэффициент в среднем составлял 0,42, опускаясь, в исключительных случаях, до 0,2–0,3 единиц.

В Пензенской области испытания гвизоции в 2015–2018 гг. проходили в более мягких агрометеоусловиях – среднесуточные температуры колебались от 18,7 до 19,8 °С. Сумма осадков за вегетационный период составляла от 56,3 до 244,4 мм, ГТК за это время варьировал от 0,4 до 1,0. В этих условиях гвизоция зарекомендовала себя как высокопродуктивная, пластичная культура, способная давать стабильную урожайность и высокое качество маслосемян на местных почвах (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели продуктивности гвизоции абиссинской в Пензенском ИСХ

Показатели	Годы исследований			Среднее
	2016	2017	2018	
Урожайность, т/га	1,75	1,70	1,74	1,72
Масличность, %	39,2	39,4	40,4	39,7
Масса 1000 шт. семян, г	3,2	3,4	3,6	3,4
Лузжистость, %	28,4	27,9	26,8	27,7
НСР ₀₅ по урожайности				0,04

Изучение норм высева и способов посева гвизоции показало, что рядовой посев превышает по продуктивности широкорядный посев. Урожайность при рядовом посеве составила 1,77 т/га при масличности 39,6 %, а при широкорядном – 1,70 т/га и 39,1 % соответственно.

Наибольшую урожайность гвизоция сформировала при нормах высева 2,0–2,5 млн всхожих семян на гектар – 1,75 и 1,72 т/га. Масличность семян варьировала от 39,5 до 40,8 %. В Волгоградской области в 2006 г. на участке с трехкратным поливом (200 м³/га) на светло-каштановых солонцеватых тяжелосуглинистых почвах продуктивность семян гвизоции составила 250 г/м² с масличностью 35,7 % и лузжистостью 23,0 %. На участке без полива на темно-каштановых легкосуглинистых почвах продуктивность была равна 68 г/м² с масличностью 31,3 % и лузжистостью 32,0 %.

В последующие два года, в пригороде Волгограда, выявилась способность гвизоции давать всходы от самосева с хорошим их развитием до созревания по невспаханной земле, что опять же свидетельствует о ее пластичности и устойчивости в новых условиях среды. Продуктивность была выше при посеве через 30 см по сравнению с посевом через 15 см, что связано с дефицитом почвенной влаги в метровой толще.

Испытания в 2017 и 2018 гг. в Волгограде проходили также в очень засушливых условиях. Биологическая урожайность в первый год составила 95,0, а 2018 г. – 77,8 г/м². Содержание жира в маслосеменах в эти годы варьировало от 32,0 до 33,0 %.

Географические, почвенные и метеорологические условия произрастания гвизоции сказались не только на уровне ее урожайности, массе 1000 семян, содержании жира, но и на жирнокислотном составе этих семян.

На богатых черноземных почвах Пензенской и Тамбовской областей с годовой суммой осадков в пределах 500 мм содержание жира составляет от 36,5 до 40,0 %.

При поливе, на слабогумусированных светло-каштановых почвах полупустынной зоны Волгоградской и Астраханской областей, семена гвизоции содержали 35,0–35,7 % жира. На неорошаемых землях в семенах гвизоции масличность семян составляла 31,2–32,0 %.

Жирнокислотный состав маслосемян гвизоции зависит от плодородия почвы. Так, на черноземных почвах до 80,0 % приходилось на содержание полиненасыщенной жирной ли-

нолевой кислоты (омега-6). На бедных гумусом почвах концентрация данной кислоты в составе жира снижалась до 55,3 % (таблица 2).

Таблица 2 – Жирнокислотный состав семян гвизоции, выращенной на разных почвах

Место выращивания, тип почвы	Содержание гумуса, %	Содержание основных жирных кислот, %						
		Пальмитиновая C16:0	Стеариновая c18:0	Олеиновая c18:1	Линолевая c18:2	Линоленовая c18:3	Эйкозеновая c20:1	Бегеновая C22:0
Тамбовская обл., Екатериновка (чернозем)	7,0–7,5	9,27	4,91	5,40	80,0	0,14	0,28	–
Пензенская обл., Лунино (выщелоченный чернозем)	6,0–7,0	7,82	5,89	5,30	79,2	0,29	0,09	–
Волгоградская обл., Фролово (темно-каштановые)	3,5–3,7	11,52	16,80	14,38	55,3	следы	0,86	1,09
Волгоградская обл., Светлоярский р-он (светло-каштановые, солонцеватые)	1,4–1,7	8,10–11,14	6,29–11,80	5,52–10,08	65,6–85,6	следы–0,29	0,84–1,43	след
Астраханская обл., Черноярский р-он (светло-каштановые)	0,9–1,2	8,71	8,87	6,96	71,5	0,23	1,41	–

Содержание другой незаменимой полиненасыщенной жирной линоленовой кислоты (омега-3) оставалась во все годы исследований на низком уровне (0,2–1,2 %).

Концентрация ненасыщенной олеиновой кислоты (омега-9), полезной для здоровья, существенно возрастает до 10–14 % в маслосеменах гвизоции, выращенной в более южных, богатых солнцем регионах, но с бедными по плодородию почвами.

С современных позиций оценки, масло гвизоции как пищевого продукта приближается к группе подсолнечного от ранее районированных сортов и гибридов этой культуры. Масло гвизоции может рассматриваться как ценный источник незаменимых жирных кислот семейства омега. Ценность масла для здорового питания может быть повышена купажем с природными растительными маслами, отличающимися повышенным содержанием в жирах линоленовой кислоты (льняное и рыжиковое масло). В этом случае для купажа больше подойдет масло гвизоции из сырья, поставленного на заводы с южных засушливых и жарких регионов, в том числе и с орошаемых полей (юг правобережья Волгоградской и север Астраханской областей).



Таким образом, введение в культуру гвизоции абиссинской от лесостепной до полупустынной зоны позволит улучшить структуру посевов, снизить удельный вес подсолнечника, сократить техногенную и пестицидную нагрузку на почвы, расширить масличный и сырьевой конвейеры, увеличить биоразнообразие в составе полевых культур Поволжья, а также решать ряд других назревших проблем природопользования (сидерация почв, кормопроизводство, пчеловодство и другие).

ЛИТЕРАТУРА

1. Буянкин В. И. Испытание гвизоции в Нижнем Поволжье / В. И. Буянкин // *Масла и жиры*. – М., 2007. – № 2. – С. 12–13.
2. Буянкин В. И. Испытание масличной культуры гвизоции (*Guizotia abyssinica* Cass) / В. И. Буянкин, Т. Я., Прахова, С. А. Бекузарова // *Кормопроизводство*. – 2017. – №10. – С. 26–28.
3. Вавилов Н. И. Пять континентов / Н. И. Вавилов. – М. : Мысль, 1987. – С. 109–110.
4. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур. – Л., ВИР, 1976. – 21с.
5. Прахова Т. Я. Интродукция культуры *Guizotia abyssinica* Cass в условиях Средне-волжского региона / Т. Я. Прахова, В. А. Прахов // *Таврический вестник аграрной науки* – 2018. – №2 (14) – С. 96–102. – Doi: 1025637/TVAN.2018.02.09.
6. Синская Е. Н. Историческая география культурной флоры (на заре земледелия) / Е. Н. Синская. – Л. : Колос, 1969. – С. 337–340.

УДК 631.416.1:633.31]:631.445.4 (470.620)

ГРНТИ 68.05.01

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В УСЛОВИЯХ ПЛОДНОСЯЩЕГО ЯБЛОНЕВОГО САДА

Дарвеш Налин, аспирант (*Сирия*) кафедры агрохимия, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, г. Краснодар, nalien.darweesh@yahoo.com

Онищенко Людмила Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», *Россия*, г. Краснодар. dekanatxp@mail.ru

Рассмотрена характеристика физико-химических свойств чернозема выщелоченного в условиях плодносящего яблоневого сада в 0–20; 21–40 и 41–60 см слоях почвы. Почва обладает высоким потенциальным плодородием. Запасы гумуса 239,83 т/га, сумма обменных оснований варьирует от 35,0 до 44,2 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности почвы основания 92,3–94,8 %. Реакция почвенного раствора слабокислая, содержание гумуса 3,20–3,36 %. Урожайность яблонь максимальна при внесении минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀, биогумус, навоз и зеленое удобрение обеспечивали в дозах 13,4; 8,7 и 4,1 т/га.

Ключевые слова: система удобрений, чернозем, яблоня.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEM IN CONDITIONS OF FRUITING APPLE ORCHARD

Darweesh N., Onishchenko L. M.

The characteristics of the physicochemical properties of leached chernozem under the conditions of a fruiting apple orchard at 0–20; 21–40 and 41–60 cm layers of soil. The soil has a high potential fertility. The humus reserves are 239,83 t / ha, the amount of exchange bases varies from 35,0 to 44,2 mg-eq. / 100 g of soil, the degree of soil saturation of the base is 92,3–94,8 %. The reaction of the soil solution is slightly acid, the content of humus – 3,20–3,36 %. The yield of apple trees is maximum when applying mineral fertilizers in a dose of N₉₀P₉₀K₉₀, biohumus, manure and green fertilizer provided 13,4; 8,7 and 4,1 t / ha.

Key words: fertilization system, black soil, apple.

Известно, что сельскохозяйственное использование чернозема выщелоченного приводит к изменению физико-химических свойств – суммы обменных оснований, гидролитической кислотности, содержания гумуса, а также гумусового состояния почвы. При минеральной системе удобрения культур отмечено уменьшение запасов гумуса, изменение суммы обменных оснований, реакции почвенной среды [4, 5, 7].

Гумус, по мнению В. Ф. Валькова, К. Ш. Казеева и С. И. Колесникова (2004), понятие не только химическое и биологическое, но и экологическое. Гумусовые горизонты почвы

формируются как результат непрерывной смены поколений растений. Это необходимая основа, способствующая получению биогенных элементов для питания растений при одновременном создании оптимальной экологической обстановки [1]. Гумус почв представляет собой сложный динамический комплекс органических соединений. Содержание его в мощных черноземах изменяется в пределах до 10–12 %, а запасы гумуса в зависимости от гумусового горизонта колеблются от 50 до 650–800 т/га. В составе гумусовых веществ преобладают гуминовые кислоты, а также входят фульвокислоты, гумин, различные группы неспецифических соединений [7].

Гумусное состояние почв определяется двумя противоположно направленными процессами – гумификацией остатков биоценоза и их минерализацией. Гумус является основным источником азота. Ему отведена роль накопителя азота. Как источник минеральных элементов органическое вещество почвы еще долго сохранит первостепенное значение, потому что в нем, как считают А. М. Лыков, А. И. Еськов, М. Н. Новиков, (2004), заключено азота до 98 % от всего его запаса в почве [2].

В системе земледелия Краснодарского края (2009) приведены сведения о мониторинге показателей плодородия черноземов Краснодарского края. Отмечено, что за последние полвека наблюдаются существенные изменения свойств почвы. Причин потери гумуса (40–42 %) много – нарушение почвенно-экологического равновесия, увеличение распаханность территории, снижение количества применяемых минеральных и органических удобрений, интенсивная обработка почвы, приводящая к более интенсивной минерализации органического вещества [5]. Длительная монокультура плодовых агроценозов и агротехнические мероприятия по уходу за почвой также приводят к увеличению вариабельности почвенных показателей и зачастую к снижению качества почвы [6].

В Краснодарском крае принят закон об органическом земледелии, где в основе производства продукции предусмотрено внесение разрешенных органических удобрений, которые будут способствовать повышению содержания питательных веществ в почве, увеличению урожайности, улучшению качества продукции при сохранении и воспроизводстве плодородия земель. В Северо-Кавказском регионе в период вегетации яблони довольно часто проявляются неблагоприятные погодные условия среды: аномально высокие температуры воздуха, суховеи, засухи, в том числе почвенные, что приводит к нарушению питательного и водного режимов растений, а значит, недостаточному их обеспечению влагой и доступными элементами питания и, как следствие, к уменьшению урожайности культуры. К тому же в условиях монокультуры многолетних насаждений (в нашем случае яблони) важно проследить трансформацию физико-химических свойств чернозема выщелоченного, которые определяют ранее обозначенные режимы почвы. Поэтому мониторинг параметров физико-химических свойств чернозема выщелоченного в многолетних насаждениях яблони и оценка направленности происходящих процессов является актуальной.

Целью исследований являлось определение физико-химических свойств чернозема выщелоченного для установления состояния почвенно-поглощающего комплекса почвы, используемой в плодоносящем яблоневом саду в условиях юга России.

Методика. Исследования проводились на опытном участке кафедры плодоводства Кубанского ГАУ. Агрометеорологические данные (г. Краснодар, 2017) свидетельствуют о повышении температуры воздуха более чем на два градуса относительно среднегодового показателя (10,8 °С). Количество осадков также превышало среднегодовые значения более чем на 12,3 %. Объект исследований – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных тяжелых суглинках. В своем эволюционном развитии это наиболее древние почвы, занимающие на территории Краснодарского края более 240 тыс. га .

Образцы почвы отбирались осенью, когда ее показатели менее подвержены изменениям – вследствие воздействия гидротермических условий и они наиболее стабильны. Лабораторные исследования выполнялись стандартными методами исследования почв: потенциометрически – кислотность активная и обменная, метод Каппена – гидролитическая кислотность, метод Каппена-Гильковица – сумма обменных оснований; расчетным методом – емкость катионного обмена и степень насыщенности почвы основаниями.

Результаты исследований. До закладки опыта в плодоносящем яблоневом саду у чернозема выщелоченного характерная для данного подтипа слабокислая реакция почвен-

ной среды. Кислотность активная и обменная в 0–20; 21–40 и 41–60 см слоях почвы с глубиной отбора образцов имела тенденцию к убыванию при следующих значениях – 6,7; 6,7; 7,0 и 5,8; 5,9 и 6,1 единиц рН соответственно. Гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований были равны 2,53; 2,52; 2,45 и 40,1; 40,3; 41,0 мг-экв/100 г почвы соответственно. При этом емкость катионного обмена и степень насыщенности почвы основаниями в слоях почвы 0–20; 21–40 и 41–60 см составила 42,63; 42,82; 43,45 мг-экв/100 г почвы и 94,1; 94,1 и 94,4 % соответственно. Содержание гумуса было равно в верхнем 0–20 см слое 3,36 %, в слоях 21–40 см – 3,35 и 41–60 см – 3,20 %, что соответствует низкому его содержанию в почве. Однако запас гумуса в соответствии с глубиной отбора проб равен 80,64, 82,08 и 77,11 т/га. Характер проявления этого показателя от низкого до среднего. Профильное распределение гумуса в 60 см толще гумусового горизонта постепенное убывающее.

Результаты исследования по установлению влияния органических и минеральных удобрений на физико-химические свойства чернозема выщелоченного отражены в таблице 1. За вегетационный период яблони с учетом действия органических и минеральных удобрений отмечены отдельные изменения свойств почвы относительно первоначального их значения. Реакция почвенного раствора слабокислая. Однако при внесении минеральных удобрений биогумуса и навоза отмечена тенденция повышения активной кислотности на 3,1; 4,7 и 8,1 % соответственно. Видимо, при внесении органических удобрений повышается микробиологическая активность почвы, при этом в результате жизнедеятельности микроорганизмов выделяется значительное количество углекислоты, которая, соединяясь с почвенной влагой, образует хотя и слабую, но все же угольную кислоту, которая и определяет увеличение показателя.

Таблица 1 – Физико-химические показатели чернозёма выщелоченного в зависимости от системы удобрения плодоносящего яблоневого сада (2017–2018)

Вариант	Глубина отбора образца, см	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г почвы	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы	Емкость катионного обмена, мг-экв/100 г почвы	Степень насыщенности основаниями, %	pH _{H2O}	pH _{KCl}
Контроль	0–20	40,0	2,51	42,51	94,1	6,6	5,6
	21–40	36,0	2,52	38,52	93,5	6,6	5,8
	41–60	42,0	2,52	44,52	94,3	7,0	6,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–20	35,0	2,94	37,94	92,3	6,5	5,7
	21–40	37,0	2,81	39,81	92,9	6,6	5,8
	41–60	40,0	2,47	42,47	94,2	7,1	6,9
Биогумус	0–20	42,3	2,49	44,79	94,4	6,4	5,8
	21–40	40,0	2,51	42,51	94,1	7,6	5,9
	41–60	40,0	2,40	42,40	94,3	7,2	6,9
Навоз	0–20	44,2	2,41	46,61	94,8	6,2	6,0
	21–40	40,0	2,59	42,59	93,9	6,6	6,0
	41–60	41,0	2,40	43,40	94,4	7,3	6,7
Зеленое удобрение (горох)	0–20	40,5	2,50	43,00	94,2	6,7	5,3
	21–40	40,0	2,53	42,53	94,1	6,6	5,7
	41–60	40,0	2,40	42,40	94,3	7,1	6,8

На контроле и при использовании зеленого удобрения сумма обменных оснований стабильна. В результате использования минеральных удобрений этот показатель в 0–20 см слое снижается более чем на 14 %. Использование биогумуса и навоза, напротив, его увеличивает на 5,5 и 20,2 %. На степень насыщенности почвы основаниями как минеральные так и органические удобрения не оказали существенного влияния. В исследуемых горизонтах почвы (0–20; 21–40 и 41–60 см) показатель варьировал от 92,3 до 94,8 %.

Чернозем выщелоченный характеризуется благоприятными физико-химическими свойствами, при этом вносимые удобрения, изменяя питательный режим почвы, способствовали повышению урожайности культуры (таблица 2). На контроле она была равна 17,2 т/га, биогумус, навоз и зеленое удобрение обеспечивали 13,4; 8,7 и 4,1 т/га.

Максимально до 20,8 т/га увеличивали урожайность деревьев яблонь минеральные удобрения в дозе N₉₀P₉₀K₉₀.

Таким образом, чернозем выщелоченный опытного участка под насаждениями яблони относится к слабогумусному виду, так как содержание гумуса 0–20; 21–40 и 41–60 см слоях почвы – 3,20–3,36 %. Почва обладает высоким потенциальным плодородием, о чем свидетельствуют запасы гумуса, сумма обменных оснований, степень насыщенности почвы основания в исследуемых горизонтах почвы – 239,83 т/га 35,0–44,2 мг-экв/100 г почвы; 92,3–94,8 % соответственно.

Таблица 2 – Урожайность яблоневого сада в зависимости от системы удобрения (2018)

Вариант	Средняя масса плода, г	Урожайность		Прибавка урожая		Содержание сахара
		кг/дерева	т/га	т/га	%	%
Без удобрений	70	10,3	17,2	–	–	14,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	91	12,5	20,8	3,6	20,9	14,0
Биогумус	69	11,7	19,5	2,3	13,4	14,9
Навоз	89	11,2	18,7	1,5	8,7	14,0
Зеленое удобрение (горох)	69	10,7	17,9	0,7	4,1	14,8

Реакция почвенного раствора слабокислая и определяет на процессы превращения компонентов минеральной и органической частей почв. Урожайность яблонь максимальна при внесении минеральных удобрений в дозе N₉₀P₉₀K₉₀, биогумус, навоз и зеленое удобрение обеспечивали прибавку 13,4; 8,7 и 4,1 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков В. Ф. Очерки о плодородии почв / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов-на-Дону : Издательство СКНЦ ВШ, 2001. – 240 с.
2. Лыков А. М. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья / А. М. Лыков, А. И. Еськов, М. Н. Новиков. – М. : РАСХН, 2004. – 630 с.
3. Онищенко Л. М. Анализ гумусного состояния чернозема выщелоченного Западного Предкавказья / Л. М. Онищенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 07(091). – IDA [article ID]: 0911307088. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/88.pdf>.
4. Подколзин О. А. Мониторинг плодородия почв земель Краснодарского Края / О. А. Подколзин, И. В. Соколова, А. В. Осипов, В. Н. Слюсарев // Тр. Кубанского государственного аграрного университета. – № 5(68). – 2017. – С. 117–124.
5. Система земледелия в Краснодарском крае на 1990–1995 годы на период до 2000 года: рекомендации / Краснодар : ВАСХНИЛ. Всер. отд-ние Краснодар. НИИСХ им. П. П. Лукьяненко. – 1990. – 240 с.
6. Фоменко Т. Г. Пространственная неоднородность почв садовых ценозов в условиях локального применения удобрений и водных мелиораций / Т. Г. Фоменко, В. П. Попова, Н. Г. Пестова, Е. А. Черников // Агрехимия. – 2015. – № 2. – С. 13–22.
7. Шеуджен А. Х. Региональная агрохимия. Северный Кавказ / А. Х. Шеуджен, В. Т. Куркаев, Л. М. Онищенко; под ред. И. Т. Трубилина. – Краснодар : КубГАУ, 2007. – 498 с.

ПОЧВА И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Блажева Виолета Иванова, доктор экономических наук, доцент, Хозяйственная академия им. Д. А. Ценова, *Болгария*, г. Свиштова, v.blazheva@uni-svishtov.bg

Настоящая статья акцентирует внимание на проблеме значения почвы для биологического разнообразия во временном и пространственном аспекте с точки зрения того, существует ли угроза почвенному многообразию и может ли она быть предотвращена человеком. От использования почвы ожидаются экономические эффекты.

Ключевые слова: аграрный сектор, почва, плодородие, изменение климата, экономические эффекты.

THE SOIL AND THE ECONOMIC EFFECTS OF ITS USE

Blazheva V. I.

This paper focuses on the importance of soil for biodiversity in time and area. Is there a threat to soil diversity. Land use is expected to have economic effects.

Keywords: agrarian sector, agrarian policy, soil, climate change, economic effects.

Почва – это сложная система, сложившаяся в результате взаимодействия между неподвижными статичными субстанциями и живыми компонентами. Ее значение можем проследить в самом общем виде в трех направлениях: экологическом, социальном и экономическом.

В *экологическом* аспекте почвы являются средой обитания множества почвенных организмов, размер которых от нескольких микронов до нескольких сантиметров. Почвенные организмы предоставляют экосистемные услуги людям и окружающей среде. Эти их функции выражаются в поддержке роста растений вплоть до регулирования климата.

Почвы (в том числе организмы, живущие в них) подвергаются все более интенсивному натиску. В качестве наиболее значимых факторов, оказывающих отрицательное воздействие, могут быть указаны следующие: проведение интенсивного земледелия, потеря наземного биоразнообразия, эрозия почвы и опустынивание и т. д. Эти обстоятельства требуют предпринять конкретные действия, а именно: неиспользование части почвы, диверсификация культур, увеличение площадей, покрытых лесной растительностью и т. д.

Социальное значение почвы проявляется с точки зрения ее жизненно важной роли в выживании человечества, с одной стороны, т. к. почвенные организмы и биологическое разнообразие почвы оказывают воздействие на создание естественной среды для производства продовольствия. С другой стороны, утверждается, что почвы – это среда обитания более чем одной четверти мирового биоразнообразия. Впервые почвы и жизнь в них начали исследовать на мировом уровне в 2015 г., который был провозглашен ООН Международным годом почв.

С *экономической* точки зрения, почвы признаны фундаментом, необходимой предпосылкой для различных секторов экономики. Увеличивающееся мировое население и возрастающий спрос на продовольствие ведут к интенсивному земледелию, использованию значительного количества удобрений и препаратов, монокультурному производству. Непрерывное увеличение цен на топливо и труд, нестабильные цены на сельскохозяйственную продукцию, климатические изменения и другие факторы диктуют необходимость точного и четкого анализа расходов и их оптимизации [2].

Вышеуказанное служит основанием для определения понятия «почва» и трактовки, восприятия и интерпретации ее с различных позиций, а именно „что такое почва?“:

Для огромного населения, живущего в городах, почва – это просто „грязь” или „пыль”, которую необходимо стряхнуть с рук или овощей для употребления. Для огородников или фермеров почва – это самый верхний слой земной поверхности, который используется для разведения растений и животных. Для инженера – это количество нежеланной зем-

ной массы, которое необходимо устранить, чтобы обеспечить более стабильную основу, на которой можно будет создать и расположить данное производство.

С точки зрения изменения климата, почва является одновременно поглотителем и источником углеродных и парниковых газов, таких как метан, диоксид углерода и закись азота.

Для гидролога почва – это буфер, который сохраняет дождь, регулирует водные запасы, таким образом способствуя уменьшению риска наводнений, обеспечивая питьевой водой и т. д. Для биолога почва – это захватывающее местообитание, наполненное жизнью. Известно, что только 1% видов почвенных микроорганизмов идентифицировано [1]. Неустойчивые земледельческие практики, изменение климата, эрозия почвы и потеря наземного разнообразия влияют отрицательно на организмы, которые живут в почве.

Для экономиста почвы служат источником доходов, проявляющимся через их плодородие. Плодородие – сложная, динамичная способность почвы создавать условия для развития растений, снабжая их в течение всего вегетационного периода необходимым количеством усваиваемых питательных веществ и воды. Параллельно с этим почва должна содержать достаточное количество минеральных солей и микроэлементов, которые необходимы для развития биологических процессов отдельных растений. Эти качества почвы проявляются при достаточном количестве воздуха, тепла и солнечной энергии. Данным свойством почва обладает как природной данностью, которое характеризуется как естественное плодородие. С возникновения человеческого общества оно воздействует через почву с целью увеличения почвенного плодородия. Это новое плодородие – искусственное, приобретенное плодородие. Однако на практике оба вида плодородия проявляются взаимосвязанно и характеризуются как экономическое плодородие [3].

В заключение можно сказать, что почва включает в себя все эти аспекты. Она является живой, дышащей „кожей“ нашей планеты. Почва – результат взаимодействия между атмосферой (для регулирования климата), биосферой (проявляющейся через местную флору и фауну, в том числе и деятельность человека) и геосферой (скалы и осадконакопления, образующие верхний поверхностный земной слой). Почва представляет собой насыпной материал на поверхности Земли, которая способна поддерживать жизнь, а мы, люди, должны обеспечить жизнь почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Global Soil Biodiversity Atlas, Online version: ISBN 978-92-79-48168-0, ISSN 1831-9424, European Union, 2016.
2. [www.tractor.bg/novini/novo-pokolenie-kombinirana-sistema-za-seitba-i-torovnasiane - predstavi-kverneland](http://www.tractor.bg/novini/novo-pokolenie-kombinirana-sistema-za-seitba-i-torovnasiane-predstavi-kverneland)
3. Герганов Г. и др. Икономика на аграрното производство, Свищов : А И „Ценов“, 2010.

УДК 631.6:54

К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ КАЛИЙНОГО СОСТОЯНИЯ ОКУЛЬТУРЕННЫХ ПОЧВ

Воробьёв Вячеслав Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, *Россия*, г. Великие Луки, figa@vgsa.ru

Иванова Жанна Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт, *Россия*, г. Санкт-Петербург, office@agrophys.ru

Длительное использование в насыщенном калиефильными культурами севообороте калийдефицитных систем удобрения привело к уменьшению содержания легкообменного калия в 3,3–4,4, доступного – в 2,8–3,9, равновесной активности ионов – в 3,9–5,8 раза. Калийный потенциал увеличился до 2,3–2,7, а энергозатраты реакций обмена – до –3247–3586 калорий, что свидетельствует об усилении поглощения калия твёрдой фазой почвы и уменьшении способности ионов K^+ к десорбции в почвенный раствор.

Ключевые слова: калий, калийное состояние, дерново-подзолистая почва, культура, продуктивность.

THE PRODUCTIVITY OF CULTIVATED SOIL AND STABILITY OF ITS POTASSIUM STATUS

Vorobiev A. V., Ivanova Zh. A.

Long-term use in the rich califirmia crops crop rotation systems qualitifcation fertilizer resulted in a decrease in the content of potassium leghornskogo 3.3–4.4, available in 2.8–3.9, the equilibrium ion activity is 3.9–5.8. Potash capacity increased to 2.3–2.7, the energy consumption of the exchange reactions – to -3247–3586калорий that demonstrates the increased absorption of potassium by the soil solid phase and decrease in the ability of K^+ ions for desorption in the soil solution.

Key words: potassium, potassium state, sod-podzolic soil, culture, productivity.

Обеспеченность растений калием напрямую зависит от калийного состояния почвы. Дерново-подзолистые почвы обычно не способны полностью удовлетворять потребности сельскохозяйственных культур в калии. Применение на них калийсодержащих удобрений становится объективной необходимостью [1–3]. Но, вопреки научным требованиям, в последнюю четверть века произошёл почти полный отказ от использования этих удобрений [1, 7]. В результате продуктивность культур снижается и страна ежегодно недополучает сотни тысяч тонн продукции растениеводства, а почвы обедняются калием [1, 6–8]. Весьма эффективные попытки мобилизовать его общие запасы за счёт использования азота [4, 5, 9] и ресурсов местных удобрений чреваты утратой его обменного пула, так как потребность культур в элементе на их фоне резко возрастает [6–8].

Стационарный полевой опыт был заложен в 1987 г. на хорошо окультуренной остаточно-карбонатной легкосуглинистой дерново-подзолистой почве, содержащей 2,3 % калия, в том числе 456 мг/кг подвижного и 188 мг/кг водорастворимого. Деграция калийного состояния почвы происходила на фоне длительного применения остродефицитных по калию минеральных систем удобрения, нацеленных на мобилизацию почвенных запасов этого элемента. Продолжительность наблюдений 21 год, или три с половиной ротации интенсивного зернопропашного севооборота: "картофель ранний – рожь озимая – свёкла кормовая – овёс – кукуруза – ячмень".

В среднем за годы исследований продуктивность севооборота без применения удобрений составила 5,5 т зерновых единиц с 1 га. В то же время распространённое мнение о благоприятности климатических условий для проявления положительного действия удобрений и стабильности урожаев подтвердилось лишь отчасти. За время исследования урожайность зерновых культур изменялась от 2 до 5,7, картофеля – от 21 до 28, кормовой свёклы – от 31 до 90, зелёной массы кукурузы – от 39 до 45 т/га. Агрономическая эффективность всех вариантов системы удобрения была очень высокой: прибавки урожайности – 36–45 %, оплата 1 кг д. в. – 10,7–19,3 зерновых единиц. Но эффект обеспечивался почти нацело азотным удобрением. Прибавки урожайности от калийного удобрения получены только на отдельных культурах. Высокая отзывчивость растений на азот, несмотря на весьма благополучное гумусное состояние почвы, можно объяснить неблагоприятностью гидротермических условий в начале почти каждого вегетационного периода. За годы проведения опыта лишь в двух случаях по состоянию на 1 мая содержание в почве минерального азота соответствовало оптимальным параметрам. После внесения 90–120 кг/га азота ситуация изменялась коренным образом. В отличие от азота, содержание подвижного калия хотя и снижалось с годами, продолжало оставаться высоким в течение всей вегетации вплоть до последнего года.

Высокая обеспеченность почвы калием – не единственная причина низкой эффективности калийного удобрения. Ведь в выносе макроэлементов урожаями калию принадлежало первое место, а дефицит его баланса был большим, чем азота. Чтобы обеспечить такой вынос в отсутствие положительного действия на урожайность необходимы, как минимум, два условия: увеличение коэффициента использования калия почвы и (или) избыточное накопление элемента в составе продукции. И то, и другое в условиях опыта имели место. Так, в варианте моноазотной системы удобрения повышение продуктивности севооборота соста-

вило 40 %, а увеличение выноса K_2O – 37 %. Последнее обеспечивалось повышением в 1,5 раза коэффициента использования калия почвы, а полученная продукция характеризовалась незначительной (относительно контроля) обедненностью калием. В вариантах системы удобрения с калием продуктивность севооборота повысилась в среднем на 45,5 %, а вынос элемента – на 48 %, что указывает на некоторое обогащение продукции калием. При этом увеличение выноса K_2O на 60 кг/га обеспечивалось на 77 % за счёт мобилизации почвенных запасов и только на 23 % за счёт хлористого калия.

Все шесть культур севооборота положительно реагировали на азотное удобрение, повышая урожайность не менее чем на 21 % (зерновые в среднем на 22, пропашные – на 36 %), и очень слабо – на калийное. Несколько выше эффективность калия на посевах кормовой свёклы и кукурузы (средние прибавки урожайности – 10,5 и 8,5 % соответственно).

Не отрицая факта относительно невысокой агрономической эффективности калийных удобрений, ряд учёных придерживается мнения о её возрастании со временем. Его справедливость, в определённой степени, подтверждается и нашим исследованием. В первую ротацию севооборота ни одна из культур на внесение K_{60} не реагировала. В эти годы содержание в почве подвижного калия находилось в диапазоне 459–390, водорастворимого – 195–140 мг/кг. Во вторую ротацию существенные прибавки урожайности получены на посевах кукурузы и ячменя, что обеспечило увеличение продуктивности севооборота на 5%. За это время среднее по вариантам опыта содержание подвижного калия уменьшилось до 270, легкорастворимого – до 51 мг/кг. В течение третьей ротации содержание подвижного калия снизилось до 203, водорастворимого – до 43 мг/кг. В годы этой ротации уже половина культур севооборота положительно реагировала на калийное удобрение. А в первой половине четвёртой ротации, в течение которой содержание подвижного калия уменьшилось до 175 и водорастворимого – до 27 мг/кг, калийное удобрение впервые за годы исследования стало экономически окупаемым. Конечно, нельзя отрицать, что в этой динамике определённое значение имели специфика складывающихся на каждом этапе погодных условий и биологические особенности сельскохозяйственных культур.

Значительная оторванность показателей калийного состояния от целинного аналога, в частности по содержанию подвижной формы и доле ионов K^+ в ЕКО, предопределяло его неустойчивость. Как свидетельствуют данные по трём основным вариантам опыта (таблица 3), при общем дефиците баланса K_2O от 2562 до 3623 кг/га снижение содержания подвижного калия в почве пахотного слоя составило 254–339 мг/кг, или по 12–17 мг/кг в среднем за год. Уменьшение содержания на 10 мг/кг происходило при невозмещении выноса K_2O в 101–107 кг/га. Тем не менее, потери оказались кратно меньшими относительно теоретически возможных (854–1208 мг/кг), что указывает на высокую восстанавливающую способность почвы относительно обменного калия. Вероятно, подобные данные и служат основанием рекомендовать системы удобрения с дефицитом баланса калия. Однако, если оценить параметры деградации всех ёмкостных показателей калийного состояния почвы, станет очевидной недопустимость такой ситуации.

За 21 год исследования почвы в условиях зернопропашного севооборота содержание калия только в пределах пахотного слоя уменьшилось: легкорастворимого – в 5,8–8,5, подвижного – в 2,5–3,1, необменного – в 2,8–3,6 раза, валового – на 7–8 %. В разы снизилась степень подвижности. Существенно ухудшилось калийное состояние и подпахотного горизонта.

Утрата почвой пахотного слоя разных форм калия происходила не синхронно. В первую ротацию севооборота содержание как легко-, так и потенциально доступных растениям форм снижалось постепенно и в основном коррелировало с балансом этого элемента. То есть, на первом этапе в потреблении сельскохозяйственными культурами был задействован и обменный, и необменный калий. Для второй ротации характерна опережающая потеря водорастворимого калия (уменьшение содержания в 3 раза) и несколько меньшая – обменного. Незначительно увеличились и параметры снижения содержания необменного калия. Все это указывает на определённое уменьшение восстановительной способности калийной

буферной системы почвы. В последние годы содержание легкоподвижного калия изменялось уже незначительно, но зато сильно возросли потери обменного и особенно необменного калия. Можно предположить, что в это время потребление калия происходило в значительной мере за счёт трансформации его необменной формы.

Ежегодное внесение K_{60} , хотя и уменьшало дефицит баланса калия, решающих изменений в трансформационный процесс не вносило. Напротив, роль азотного удобрения в мобилизации почвенных запасов калия (а значит, и в ускорении деградации калийного состояния) проявилось отчётливо.

Таким образом, длительное и весьма эффективное использование в интенсивном севообороте калийдефицитных систем удобрения привело к уменьшению содержания легкообменного калия в 3,3–4,4, доступного – в 2,8–3,9, равновесной активности ионов – в 3,9–5,8 раза. Калийный потенциал увеличился до 2,3–2,7, а энергозатраты реакций обмена – до 3247–3586 калорий, что свидетельствует об усилении поглощения калия твёрдой фазой почвы и уменьшении способности ионов K^+ к десорбции в почвенный раствор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов М. В. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России [Текст] / М. В. Архипов и др. – СПб., 2016. – 136 с.
2. Дерюгин И. П. Агрохимическое обоснование оптимальных параметров содержания в почве подвижных форм фосфора и калия и оптимизация доз фосфорных и калийных удобрений на дерново-подзолистых почвах [Текст] / И. П. Дерюгин, Н. А. Кирпичников, В. В. Прокошев // Агрохимия. – 1995. – № 2. – С. 3–8.
3. Иванова В. Ф. Калийный фонд пахотных почв Псковской области [Текст] / В. Ф. Иванова, И. А. Иванов, А. И. Иванов // Химия в сельском хозяйстве. – 1997. – № 4. – С. 38.
4. Иванов А. И. Использование высокообеспеченных питательными веществами дерново-подзолистых почв [Текст] / А. И. Иванов // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 8. – С. 83–84.
5. Иванов А. И. Особенности удобрения зерновых на окультуренных дерново-подзолистых почвах с высокими запасами фосфора и калия [Текст] / А. И. Иванов // Зерновые культуры. – 1998. – № 3. – С. 20–21.
6. Иванов А. И. Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения [Текст] / А. И. Иванов, И. А. Иванов, В. А. Воробьёв, Е. Г. Лямцева // Агрохимия. – 2009. – № 4. – С. 21–26.
7. Иванов А. И. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] / А. И. Иванов, В. А. Воробьёв, Ж. А. Иванова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 3. – С. 15–19.
8. Иванов А. И. Агроэкологические последствия длительного применения дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] / А. И. Иванов, Ж. А. Иванова, В. А. Воробьёв, Н. А. Цыганова // Агрохимия. – 2016. – № 4. – С. 10–17.
9. Иванов И. А. Эффективность удобрений на дерново-подзолистых почвах с очень высоким содержанием фосфора и калия [Текст] / И. А. Иванов, А. И. Иванов / Агрохимия. – 1991. – № 5. – С. 17–21.

АКТИНОМИЦЕТЫ В ПОЧВАХ ЧЕРНОЗЕМА МОНГОЛИИ

Норовсүрэн Жадамбаа, доктор биологических наук, Институт общей и экспериментальной биологии АН Монголии, **Монголия**, г. Улан-Батор, *norvo@mail.ru*

Применение селективных питательных сред (с пропионатом натрия) с добавлением антибиотика и предварительной обработкой позволило установить присутствие в почвах чернозема редкого рода актиномицетов *Micromonospora*. В результате проделанной работы выявлены перспективные штаммы актиномицетов для дальнейшего изучения в разных направлениях в медицине и почвенной биотехнологии. В почвах чернозема Монголии была определена активность азотфиксации.

Ключевые слова: актиномицеты, чернозем, активность азотфиксации.

ACTINOMYCETES IN THE SOILS OF THE CHERNOZEM MONGOLIA

Norovsuren J.

The use of selective nutrient media (with sodium propionate) with the addition of an antibiotic and pre-treatment made it possible to establish the presence of a rare genus of actinomycetes *Micromonospora* in soils of chernozem. As a result of this work, promising strains of actinomycetes were identified for further study in different directions in medicine and soil biotechnology. In the soils of the chernozem of Mongolia, the activity of nitrogen fixation was determined.

Key words: actinomycetes, black soil, nitrogen fixation activity

Природа Монголии очень своеобразна. В разных почвах Монголии можно ожидать значительного разнообразия актиномицетов [7]. Актиномицеты относятся к числу наиболее сложно дифференцированных бактерий. В почве актиномицеты встречаются достаточно широко. Актиномицеты составляют четвертую часть общего числа бактерий, вырастающих на традиционно используемых питательных средах [2]. Актиномицеты обладают высокой хитиназной активностью, что дает им возможность извлечения азота из труднодоступных соединений, и, как следствие, включение этого элемента в круговорот почва – атмосфера.

Почва – главный природный субстрат, в котором сконцентрированы прокариоты, и поэтому именно почве (суше) принадлежит ведущая роль в снабжении биосферы связанным (доступным) азотом. Среди аэробных diaзотрофов актиномицеты рода *Frankia* выделяются высокой степенью устойчивости в процессе азотфиксации к кислороду [4].

В результате проведенных исследований [8] разработан консорциум термотолерантных нефтеокисляющих актиномицетов *Gordonia* sp. 1D, *Rhodococcus erythropolis* Par7, *R. pyridinivorans* L5A-BSU, который может быть использован как основа биопрепарата для деструкции нефти и нефтепродуктов в регионах с жарким аридным климатом (Патент РФ № 2617941) [8].

С использованием полимеразной цепной реакции (ПЦР) установлено, что микроорганизмы представлены метаноокисляющими и разрушающими высшие углеводороды бактериями. Выявлены представители альфа-, бета- и гаммапротеобактерий, актинобактерии и *Firmicutes*, включающие представителей родов *Micromonospora*, *Mycobacterium*, *Rhodococcus* [6].

Целью нашей работы явилось выявление актиномицеты и определение активности азотфиксации в почвах чернозема Монголии.

Материалы и методы. Объектами нашего исследования был чернозем на территории «Хялганат» лесного стационара Хангал сомона Булганского аймака горного лесостепного зона. Образцы взяли из глубины 13–23 см.

Общее число актиномицетов учитывали на казеин–глицериновом агаре, а идентификацию рода *Streptomyces* проводили согласно определителю Гаузе с соавторами [1].

Для наиболее полного выделения редко встречающихся форм актиномицетов из почвы был использован комбинированный метод (селективные среды с пропионатом натрия)

[3]. В среду добавляли антибиотики: нистатин (50 мкг/мл среды) для подавления роста грибов; налидиксовую кислоту (1,5 мкг/мл) и рубомицин (1 мкг/мл) для подавления роста немикелиальных бактерий.

Почвенные образцы перед посевом прогревали при 120 °С в течение 1 ч. Для предварительной идентификации культур актиномицетов учитывали фенотипические и хемотаксономические признаки (присутствие *LL* или *мезо*-изомера диаминопимелиновой кислоты и дифференцирующих сахаров в гидролизатах целых клеток) [10, 11].

Определение активности азотфиксации выполняли стандартными методами, предложенными кафедрой биологии почв МГУ [5].

Результаты и обсуждение. Отличительной чертой актиномицетов является их способность к образованию разнообразных физиологически активных веществ – антибиотиков, пигментов, веществ, обуславливающих запахи почвы и воды (геосмин, аргосмин, муцидон, 2-метил-изоборнеол). Основная роль мицелиальных прокариот состоит в разложении сложных полимеров типа лигнина, хитина, ксилана, целлюлозы, гумусовых соединений [2].

В почве чернозема общая численность актиномицетов на казеин-глицериновом агаре составила $7,0 \times 10^5$ КОЕ/г почвы, а на селективных средах с пропионатом натрия $5,2 \times 10^3$ КОЕ/г почвы (рисунок 1).

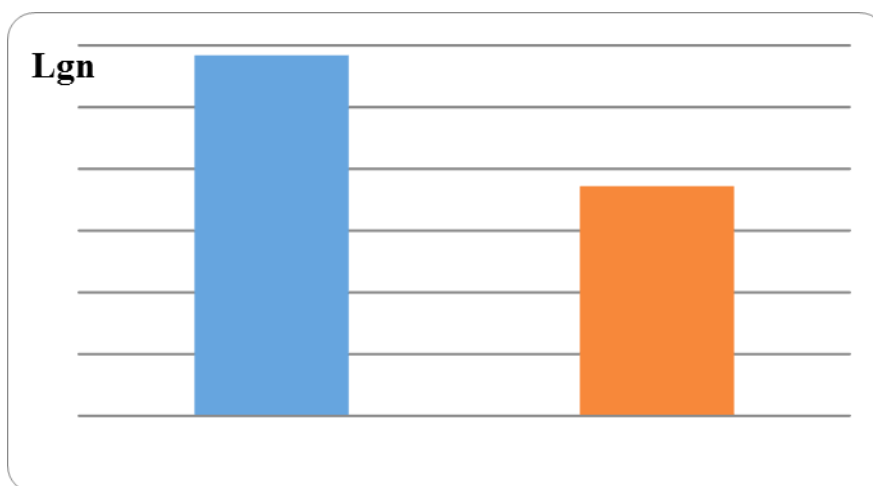


Рисунок 1 – Численность актиномицетов чернозема (КОЕ/г почвы, Lgn). Среда: I – казеин – глицериновый агар; II – среда с пропионатом натрия.

Среди биохимических особенностей актиномицетов обычно отмечают наличие у них метаболических путей и ферментных систем, редких для других микроорганизмов. Пути биосинтеза ряда аминокислот у актиномицетов также характеризуются своеобразием. Имеются особенности и во вторичном метаболизме актиномицетов. Например, шикиматный путь синтеза ароматических соединений, включение интактных углеродных скелетов глюкозы во вторичные метаболиты, в частности в стрептомицин [2].

В стрептомицетном комплексе чернозема Монголии встречаются представители секции *Cinereus*, *Albus* и *Imperfectus*. До последнего десятилетия считалось, что наиболее распространенными в почве являются актиномицеты рода *Streptomyces*. Использование селективных методов выделения позволяет выявить в почве и другие роды, традиционно считавшиеся редко встречающимися.

Применение селективных питательных сред (с пропионатом натрия) с добавлением антибиотика и предварительной обработкой позволило установить присутствие в почвах чернозема родов актиномицетов *Streptomyces* и *Micromonospora* с долей представителей родов актиномицетов *Streptomyces* 74 и *Micromonospora* 26 % (рисунок 2).

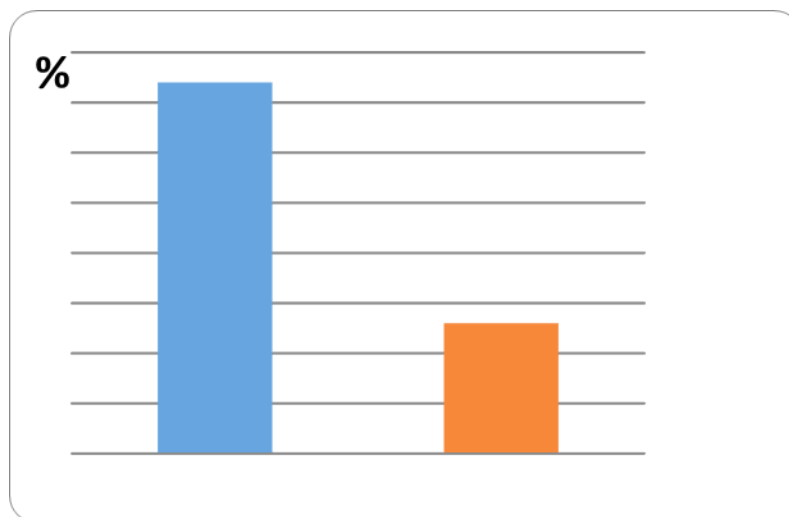


Рисунок 2 – Соотношение родов актиномицетов в почвах чернозема (%).

Деятельность актиномицетов в почве связывают с трансформацией гумуса, с продукцией антибиотических веществ и азотным балансом почвы [2]. Нами отмечена азотфиксация в почвах чернозема 1.219 нмоль $C_2H_4/g \cdot \text{час}$.

В результате проделанной работы выявлены перспективные штаммы актиномицетов для дальнейшего изучения в разных направлениях в медицине и почвенной биотехнологии.

***Благодарность.** Данная работа выполнена на кафедре биологии почв МГУ имени М. В. Ломоносова. Особую благодарность автор выражает д. б. н. профессору Г. М. Зеновой, д. б. н., профессору М. М. Умарову и к. б. н., доценту Н. В. Костиной.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаузе Г. Ф. Определитель актиномицетов / Г. Ф. Гаузе, Т. П. Преображенская, М. А. Свешникова, Л. П. Терехова, Т. С. Максимова. – М. : Наука, 1983. – 245 с.
2. Звягинцев Д. Г. Экология актиномицетов / Д. Г. Звягинцев, Г. М. Зенова. – М. : ГЕОС. – 2001. 257 с.
3. Зенова Г. М. Почвенные актиномицеты редких родов / Г. М. Зенова. –М. : Изд-во МГУ, 2000. – 81 с.
4. Калакуцкий Л. В. Актиномицеты и высшие растения / Л. В. Калакуцкий, Л. С. Шарая // Успехи микробиологии. – М. : Наука, 1990. – Т. 24. – С. 26–64.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 340 с.
6. Норовсурэн Ж. Закономерности географического распространения актиномицетов в почвах Монголии : Монография / Ж. Норовсурэн // М.: Изд-во: РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2009. – 170 с.
7. Ломакина А. В. Разнообразие культивируемых аэробных микроорганизмов в районах естественных выходов нефти на озере Байкал / А. В. Ломакина и др. // Изв. РАН, сер. биол. – 2009. – №.5. – С. 515–522.
8. Филонов А. Е. Биопрепараты и биотехнологии для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений / А. Е. Филонов, И. Ф. Пунтус, Л. И. Ахметов [и др.] // Химическое и биологическое загрязнения почв : Материалы Всерос. науч. конф. – Пушино, 18–22 июня 2018.
9. Hasegawa T. A. rapid analysis for chemical grouping of aerobic actinomycetes / T. Hasegawa, M. Takizawa, S. Takida // J. Gen. Appl. Microbiol. – 1983. – V. 29. – P. 319–322.
10. Schaal K. P. Identification of clinically significant actinomycetes and related bacteria using chemical techniques / K. P. Schaal. – Germany, 1987.

ИСПЫТАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РИЗОСФЕРНЫХ ГЕЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА В АРИДНОМ ПОЛИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Смагин Андрей Валентинович, профессор, доктор биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», в. н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, smagin@list.ru

Полушкин Леонид Борисович, индивидуальный предприниматель, н. с. ООО Научно-исследовательский и проектный институт «Современные технологии», Россия, г. Пермь, roliuz@mail.ru

Садовникова Надежда Борисовна, кандидат биологических наук, н. с. ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, г. Москва, nsadovnik@rambler.ru

Будников Виктор Иванович, кандидат технических наук, н. с. ООО Научно-исследовательский и проектный институт «Современные технологии», Россия, г. Пермь, н. с. ФГБУН «Институт лесоведения РАН», г. Москва, f1448@yandex.ru

Смагина Марина Валентиновна, кандидат биологических наук, зам. директора по научной работе ФГБУН «Институт лесоведения РАН», Россия, Московская обл., msmag08@mail.ru

Полевые испытания по выращиванию картофеля сорта Гала в условиях аридного поливного земледелия (Узбекистан) на сероземе типичном показали высокую эффективность ризосферных гелевых композиций с ионами серебра, позволивших получить стабильно высокие урожаи (66–68 т/га) при 50 % экономии поливной влаги и 100 % защите клубней от основных патогенов картофеля. Оптимальные дозы гелей составили 0,10–0,15 % при заделке на глубину 10–15 см сплошным слоем (с перемешиванием и без) в борозду при поливе напуском. Прибавка урожая в 7–9,5 т/га обеспечила 1,3–3 кратную окупаемость новой технологии.

Ключевые слова: аридное поливное земледелие, картофелеводство, почва, ризосфера, патогены, защитные гелевые композиции, средства защиты растений, урожай.

TESTING THE EFFICIENCY OF RHIZOSPHERE GEL COMPOSITIONS FOR POTATO GROWING IN ARID IRRIGATED AGRICULTURE

Smagin A. V., Polyshkin L. B., Sadovnikova N. B., Budnikov V. I., Smagina M. V.

Field tests on growing potatoes of Gala variety in conditions of arid irrigation farming (Uzbekistan) on typical serozem showed high efficiency of rhizosphere gel compositions with silver ions, which allowed to obtain consistently high (66-68 t/ha) yields with 50% saving of irrigation moisture and 100% protection of tubers from the main potato pathogens. Optimal doses of gels were 0.10-0.15% when sealing to a depth of 10–15 cm in a continuous layer (with and without stirring) in the furrow with flood irrigation. The increase in the yield of 7–9.5 t/ha provided 1.3–3 times the payback of the new technology.

Keywords: arid irrigated agriculture, potato growing, soil, rhizosphere, pathogens, protective gel compositions, plant protection products, crop yield.

Введение. В предшествующих работах авторского коллектива [4–7, 9, 10] была предложена и лабораторно проверена технологическая идея использования сильнонабухающих полимерных гидрогелей для фиксации в ризосфере современных средств защиты растений (СЗР) совместно с локальной оптимизацией водоудерживающей способности и водно-корневого питания в почве. Эта разработка, в отличие от подавляющего большинства технологий борьбы с болезнями картофеля с помощью СЗР [8], направлена на защиту уязвимо-го для патогенов корнеобитаемого слоя почвы, в котором формируется урожай картофеля. На предыдущем этапе поисковых исследований были проведены испытания эффективности технологии с использованием патентованных российских гидрогелей нового поколения [2, 3] и современных СЗР в виде наночастиц, ионов серебра и органического фунгицида Квадрис в полевых условиях открытого грунта в гумидной зоне (Московская, Пермская обл.) при естественных осадках [5, 7, 10]. Цель настоящего исследования заключалась в проверке эффективности технологии для аридной зоны с орошаемым земледелием.

Объекты и методы. Эксперимент в открытом грунте проводился с 3 апреля по 25 июня 2018 г. на территории Республики Узбекистан в Ташкентской области (ф/х «Кумарык»), на сероземе типичном (0,1 га) с поливом напуском по бороздам, сорт картофеля Гала. Испытывались два типа гидрогелевых композиций – гидрофильная (ВУМ-0) и с амфифильным наполнителем в виде диспергированного торфа (ПМ-1), в составе которых содержались ионы серебра с концентрацией 25–50 ppm относительно массы набухшего геля при степени набухания сухой гель : вода 1 : 10 в двух дозах гидрогеля 0,5 и 1 л на каждые 0,5 погонных метра борозды. Внесение набухшего геля в борозду осуществлялось равномерно, в соответствии с результатами предварительного технологического моделирования, показавшего целесообразность именно такого способа для ирригации напуском по бороздам. Работы включали механическую подготовку участка (вспашка, боронование, нарезка борозд), заделку геля и посадку картофеля, периодическую прополку от сорняков и рыхление (8 раз за сезон), окучивание, полив в двух вариантах (100 и 50 % поливной нормы), предуборочную срезку ботвы, уборку урожая с дифференцированной по вариантам оценкой (выборки по 35 кустов) числа, массы, линейных размеров (длина, ширина) клубней. В процессе роста картофеля по тем же выборкам осуществлялся морфометрический контроль высоты кустов и диаметра его проективного покрытия, а также автоматизированный контроль гидротермических параметров атмосферы и почвы и ручной контроль в 10-кратной повторяемости влажности (индекса водно-воздушного режима) и pH почвы в поверхностном (0–5 см) слое и в ризосфере (10–15 см) на глубинах размещения гидрогелевых композиций, корней и клубней картофеля в соответствии с разработанными авторским коллективом методиками, критериями и нормативами [5, 7, 11].

Варианты опыта на рендомизированных по агрофону делянках включали, помимо контроля (традиционная технология без гидрогеля + 100 % норма полива), следующие сочетания: № 1 «100 % гидрогель, 50 % полив 100 %», № 2 «50 % гидрогель, 50 % полив», № 3 «100% гидрогель, 100% полив», №4 «50% гидрогель, 100% полив». Кроме полива и доз гидрогелевых композиций, все остальные условия выращивания картофеля и агротехнические обработки, а также посевной материал, были одинаковы. Для противopatогенной эффективности композиций при анализе клубней впервые была применена новейшая разработка по матричной ПЦР–диагностике основных патогенов картофеля (грант РФ № 16-16-04109), реализованная ООО «ГенБит» и Всероссийским научно-исследовательским институтом фитопатологии с использованием микрочипового амплификатора «AriaDNA» и ПЦР-микроматриц «Патогены картофеля-ДНК» на присутствие следующих бактериальных и оомицетных патогенов: *Phytophthora infestans*, *Pectobacterium atrosepticum*, *P. carotovorum subsp. carotovorum*, *Dickeya dianthicola*, *D. solani*, *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus*, *Ralstonia solanacearum*. Статистическая и математическая обработка результатов осуществлялась согласно руководству [1].

Результаты и обсуждение. Проведенные полевые эксперименты подтвердили высокую эффективность технологии для аридного поливного земледелия в условиях передового фермерского хозяйства Ташкентской области Республики Узбекистан. Среднестатистический урожай картофеля на контроле 58,8+–7,3 т/га был близок к запланированному потенциальному (60 т/га). Использование гидрогелевых композиций статистически значимо подняло урожайность на 7–9,5 т/га (рисунок 1), высоту (рисунок 2), размер, масса, а в отдельных случаях – плотность клубней. При этом скорость роста, оцениваемая по модели Ферхюльста–Перла параметром $T_{0,5}$, замедлялась на 2–6 сут относительно контроля. Варианты с гидрогелем при 100 и 50 % поливе статистически значимо не отличались друг от друга по урожайности (рисунок 1), то есть дополнительная 50 % экономия в поливной влаге не приводит к снижению продуктивности. Матричная ПЦР-диагностика клубней не выявила присутствия патогенов на клубнях, защищенных гидрогелевыми композициями, тогда как на контроле были обнаружены следующие бактерии: *Pectobacterium atrosepticum* и *P. carotovorum subsp.*

Сравнительные результаты мониторинга атмосферы и почвенных режимов выявили за время эксперимента экстремальные перепады гидротермических характеристик: минимальные температуры и влажность воздуха 3,6 °С и 1–3 %, максимальные 55 °С и 98,5 %, тогда как в почве в верхнем 5 см слое температурные колебания за сезон составили амплитуду 13,1–40,6 °С, а величины RH – диапазон 3–100 % с пиками, четко диагностирующими подачу поливной влаги (рисунок 3). Индекс водно-воздушного режима на контроле часто диагностировал состояние переувлажнения, тогда как при использовании гидрогелевой композиции с перемешиванием величина W/W_s чаще всего находилась в границах оптимума, не превышая значения 0,9 (недостаток воздуха) и не снижаясь за отметку 0,3 (недостаток влаги) (рисунок 4). При внесении геля сплошным слоем и 100 % норме полива часто возникала ситуация переувлажнения корневой зоны, однако загнивания клубней, как это было в эксперименте 2017 г. в гумидной зоне на тяжелых почвах [5], здесь не возникало, по видимому, из-за сильной испаряемости влаги (до 2000–3000 мм) и высокой транспирационной активности растений. Показатель кислотно-щелочного режима имел четкую тенденцию к уменьшению по мере развития растений, что мы связываем с эффектом подкисления почвы от выделяющейся корнями и ризосферной микрофлорой углекислоты. Если в начале сезона рН превышал отметку 7,5, с которой диагностируется угнетение ряда сортов картофеля, то в ходе вегетации в ризосфере реакция среды падала до 6,7–7 единиц рН, то есть являлась благоприятной и обеспечивала мобилизацию элементов минерального питания. Данная тенденция подтверждалась и акселерацией почвенного дыхания с 250–330 мг $\text{CO}_2/(\text{м}^2 \text{ ч})$ в начале сезона до 400–540 на контроле и до 520–740 мг $\text{CO}_2/(\text{м}^2 \text{ ч})$ на делянках с гидрогелевыми композициями. Солевой режим при выращивании менялся незначительно, и показатель электропроводности почвы в состоянии насыщения дистиллированной водой не превышал 3,6–4 дСм/м, то есть границы отсутствия засоления для почв аридной зоны.

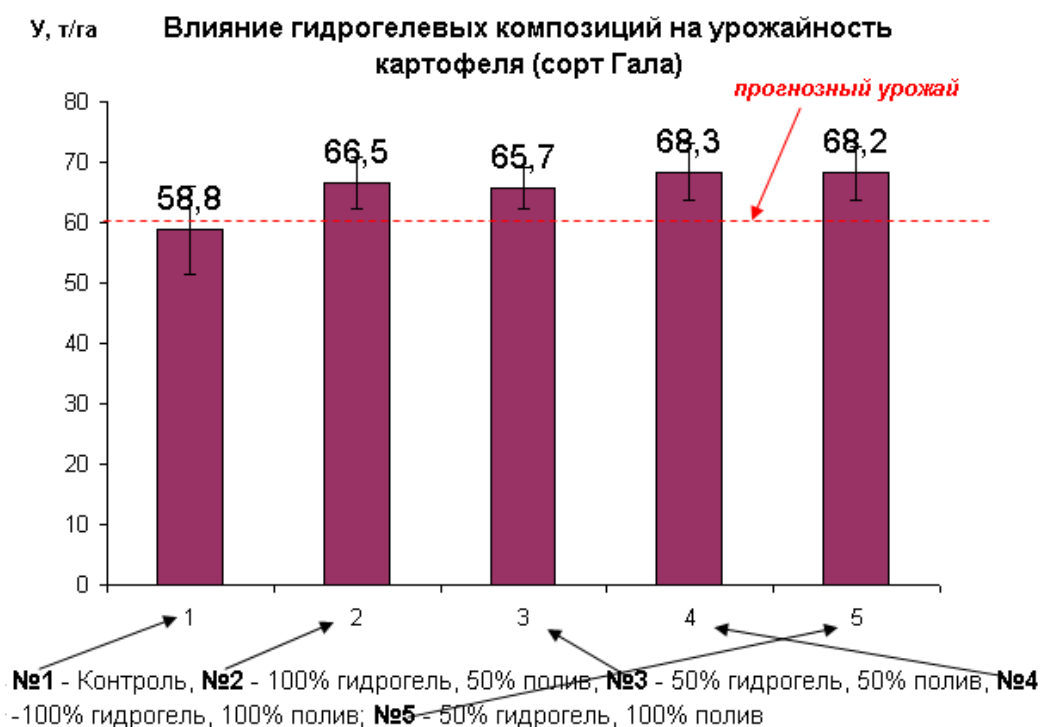


Рисунок 1 – Влияние гидрогелевых композиций на урожайность картофеля (Узбекистан, Ташкентская обл, опытное поле ф/х «Кумарык», серозем типичный, сорт Гала)

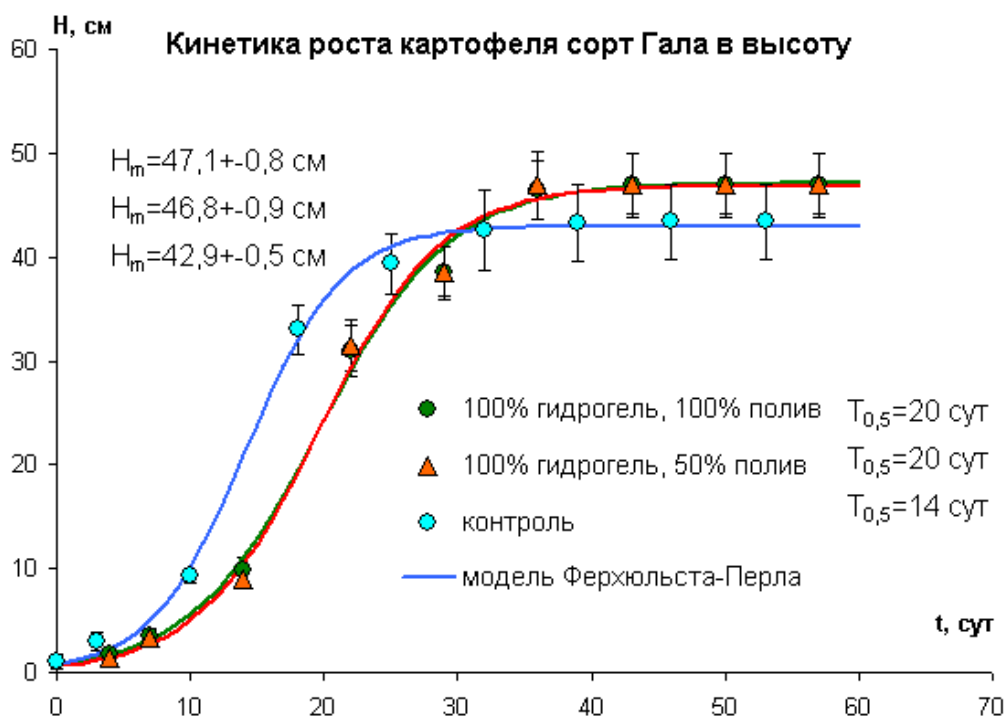


Рисунок 2 – Влияние гидрогелевых композиций на рост кустов в высоту (Узбекистан, сорт Гала). Аппроксимация моделью Ферхюльста-Перла $H = H_m / (1 + a \cdot \exp(-kt))$ в программе S-Plot.

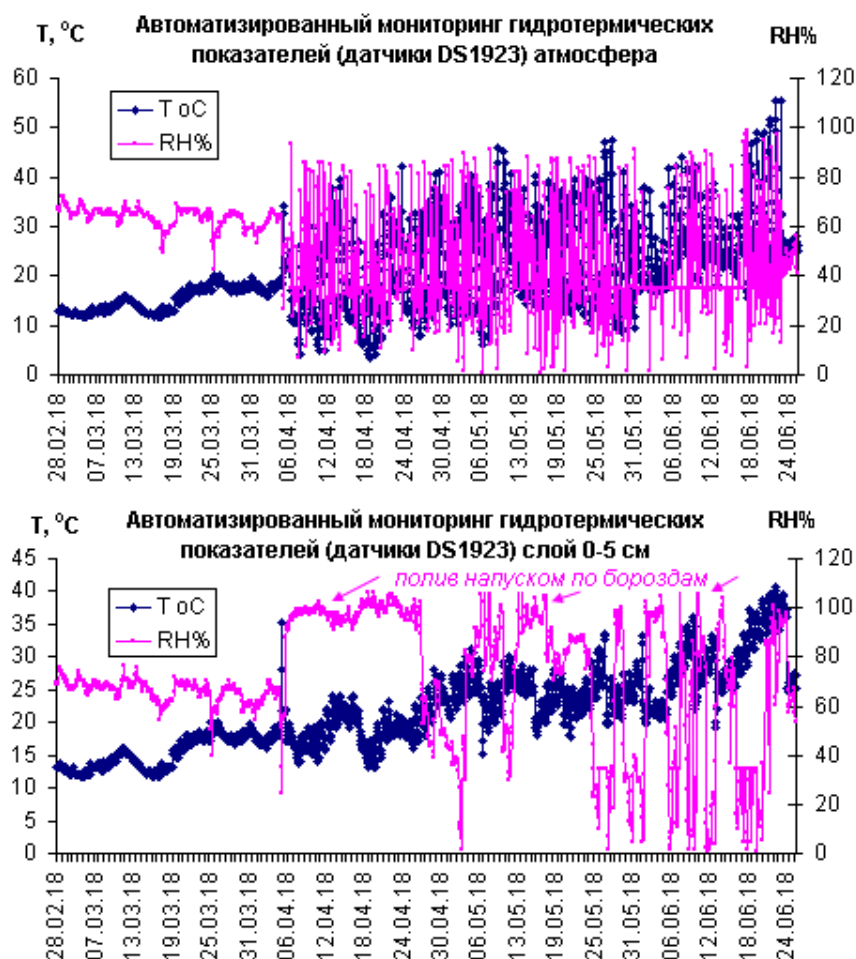


Рисунок 3 – Автоматизированный мониторинг гидротермических показателей атмосферы и почвы (Узбекистан, Ташкентская обл, опытное поле ф/х «Кумарык», серозем типичный, сорт картофеля Гала, 2018 г.)

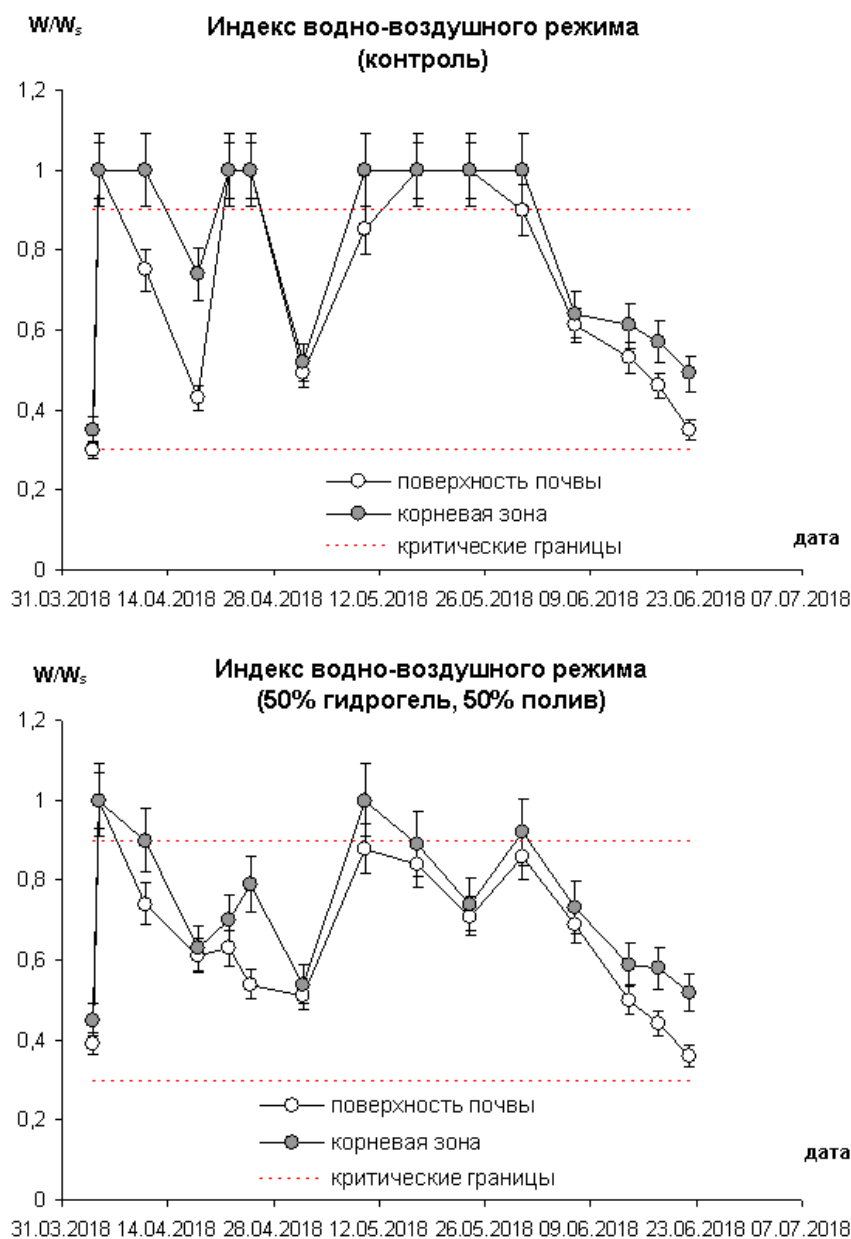


Рисунок 4 – Динамика показателя водно-воздушного режима почвы на контроле и при использовании гелевой композиции с перемешиванием (Узбекистан, Ташкентская обл, опытное поле ф/х «Кумарык», серозем типичный, сорт картофеля Гала, 2018 г.).

Формальная экономическая оценка по прибавке урожая дала для наиболее эффективного варианта композиций на основе амфифильного геля ПМ-1 с 50 ppm ионного серебра с расходом 1–2 г сухого СПГ под куст 1,5–3 кратную окупаемость с расчетом по закупочной цене на товарный картофель порядка 7–8 руб/кг. То есть в интенсивном поливном земледелии данная технология вполне приемлема не только для семенного картофелеводства с высокими ценами на элитный сортовой картофель, но и для товарного производителя.

Работа выполнена при поддержке РФФ (грант № 16-16-04014).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. –312 с.
2. Патент на изобретение RU №2536509 от 27.12.2014.

3. Патент на изобретение RU №2639789 от 22.12.2017.
4. Смагин А. В. Картофелеводство в России: основные проблемы и поиск научно-технологических решений / А. В. Смагин // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 14–19.
5. Смагин А. В. Полевые эксперименты по влиянию ризосферных гелевых композиций на урожайность и защиту картофеля от патогенной микрофлоры / А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова, В. И. Будников [и др.] // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С. 191–196.
6. Смагин А. В. Гель-серебряные композиции для ризосферы: лабораторное тестирование антимикробных свойств / А. В. Смагин, Г. Б. Колганихина, В. И. Васенев [и др.] // Агрохимия. – 2018. – № 5 – С. 27–34.
7. Смагин А. В. Гелевые композиции для противопатогенной защиты и оптимизации эдафических свойств ризосферы картофеля / А. В. Смагин, В. И. Будников, В. И. Васенев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018 – Т. 32. – № 3. – С. 54–63. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10311.
8. Advances and Applications Through Fungal Nanobiotechnology. / Ed. R. Prasad. Springer Int. Publ., Switzerland. – 2016 – 583 p. – DOI 10.1007/978-3-319-42990-8_8.
9. Smagin A. V. Thermodynamic Evaluation of the Impact of Strongly Swelling Polymer Hydrogels with Ionic Silver on the Water Retention Capacity of Sandy Substrate / A. V. Smagin // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – V. 52. – № 012087. – P. 1–7. – DOI 10.1088/1755-1315/52/1/012087.
10. Smagin A. V. Fungicidal and antibacterial activity of the hydrogel compositions with silver / A. V. Smagin, M. V. Smagina, G. B. Kolganikhina, N. B. Sadovnikova, A. Y. Gulbe, A. S. Bashina // International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – V. 7. – № 2.23. – P. 14–20. – DOI 10.14419/ijet.v7i2.23.11874.
11. Vasenev V. I. Urban Soil's Functions: Monitoring, Assessment, and Management / V. I. Vasenev, A. V. Smagin, N. D. Ananyeva, et al. // in Adaptive Soil Management : From Theory to Practices eds.: Rakshit A., Abhilash P. C., Singh H. B., Ghosh S. Springer, Singapore. – 2017. – P. 359–409. – DOI: 10.1007/978-981-10-3638-5.

УДК. 543.422:546.98

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАЛЛАДИЯ (II) В МАГМАТИЧЕСКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЕ ПОСЛЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ХЕЛАТООБРАЗУЮЩИМ СОРБЕНТОМ

Абилова Ульвия Муршуд, кандидат химических наук, научный сотрудник НИЛ «Экологическая химия и охрана окружающей среды», Бакинский Государственный Университет, *Азербайджан, Баку, u.abilova@mail.ru.*

Гашимова Эмира Нариман, аспирант, факультет химической инженерии Азербайджанский государственный нефтяной и промышленный университет, *Азербайджан, Баку.*

Чырагов Фамиль Муса, доктор химических наук, профессор кафедры Аналитическая химия, Бакинский Государственный Университет, *Азербайджан, Баку.*

Разработан метод определения палладия (II) с использованием сополимера малеинового ангидрида-стирола, модифицированного 1-аминофенол-2-гидрокси-4-сульфокислотой и формальдегидом. Полученный новый полимерный сорбент идентифицирован методом ИК-спектроскопии. Устойчивость к температуре сорбента исследована термогравиметрическим методом. Исследована сорбция и десорбция полученного сорбента с ионом палладия (II) и определены оптимальные условия концентрирования. Сорбционно-фотометрическая методика включает сорбционное концентрирование палладия (II) буферным раствором (рН 4), десорбцию раствором HCl (при котором степень десорбции достигает 98 %). Методика использована для определения палладия в стандартной магматической горной породе МО-3.

Ключевые слова: сорбция, палладия, концентрирования, хелатные сорбенты.

DETERMINATION OF PALLADIUM (II) IN MAGMATIC MOUNTAIN BREED AFTER CONCENTRATING BY CHELATE-FORMING SORBENT

Abilova U. M., Hashimova E. N., Chiragov F. M.

Developed a method for determining palladium (II) using the copolymer - styrene maleic anhydride-modified 1-aminophenol-2-hydroxy-4-sulfo acids and formaldehyde. The resulting new polymer sorbent identify by infrared spectroscopy. Investigated the sorption and desorption of the sorbent obtained with an ion of palladium (II) and determined the optimal conditions of concentration. Sorption-photometric method involves sorption preconcentration of palladium (II) buffer solution (pH 4), the desorption solution HCl (in which the degree of desorption of 98 %) The method used to determine palladium in standard magmatic rocks MO-3.

Key words: sorption, palladium, concentration, chelate sorbents.

Проведение поисковых геологоразведочных работ на золото и платиновые металлы (ПМ) предусматривает использование аналитических методик, которые имеют пределы обнаружения на уровне или ниже кларка этих металлов при условии выполнения тысяч и анализов за короткий срок, так как рутинные высокопроизводительные инструментальные методы в прямом анализе не способны обеспечить требуемые пределы обнаружения этих металлов. Необходимой стадией аналитического процесса является их отделение от макрокомпонентов пробы с применением таких приёмов, как соосаждение, экстракция или сорбция из конечных растворов после спекания, сплавления или кислотного разложения горных пород, руд, концентратов и т. д. [2–4]. При определении малых количеств благородных металлов в различных объектах часто возникает необходимость предварительного концентрирования. Перспективны сорбционные методы концентрирования с использованием хелатных сорбентов. Определение микроколичеств палладия в объектах окружающей среды возможно только после его предварительного концентрирования [1].

Основная цель представленной работы – исследование оптимальных условий концентрирования палладия (II) полученным сорбентом на основе малеинового ангидрида, содержащего фрагменты 1-аминофенол-2-гидрокси-4-сульфо кислоты и определения палладия в стандартной магматической горной породе MO-3.

Исходный раствор палладия (II) готовили растворением точной навески соли металла $PdCl_2$ (х. ч.) в дистиллированной воде. Рабочие растворы получали соответствующим разбавлением исходных растворов. Для создания необходимой кислотности использовали фиксанал HCl (pH 1–2) и аммиачно-ацетатные буферные растворы (pH 3–11). Для того чтобы создать постоянную ионную силу, использовали KCl (ч. д. а). Определение палладия в растворах проводили спектрофотометрическим методом с использованием реагента 2,2',3,4-тетрагидрокси-3'-сульфо-5'-хлоразобензола [1].

Результат опыта показывает, что, палладия (II) при концентрации 800 мг/мл максимально сорбируется в интервале pH 3–4 (аммиачно-ацетатный буфер). Статическая сорбционная емкость равна 521 мг/г. Исследования показали, что ионная сила до 0,8 моль/л не влияет на сорбцию. После 0,8 моль/л увеличение ионной силы постепенно уменьшает сорбцию. После процесса сорбции также была изучена десорбция сорбированных ионов палладия (II). Для выбора подходящего элюента испытывали различные кислоты – $HClO_4$, H_2SO_4 , HNO_3 , HCl. Выявлено, что десорбционная способность $HClO_4$ выше других кислот. Испытывали различные концентрации соляной кислоты. Ион металла максимально десорбируется при объеме 5 мл и концентрации 2 М соляной кислоты.

Разработанная методика применена для определения палладия (II) в стандартной магматической горной породе MO-3. В составе содержится, %: 15,75 CaO, 13,67 Al_2O_3 , 8,48 Fe_2O_3 , 9,05 FeO, 8,66 MgO, 0,72 Na_2O , 0,204 K_2O , 1,46 TiO_2 , 2,15 P_2O_5 , 0,222 MnO, 0,124 S, 0,072 F, 0,05q/t Pd, 0,008 г/т Pt, ост. – SiO_2 . Результаты, рассчитанные в предположении 100%-ого извлечения определяемых ионов, приведены в таблице.

Таблица – Результаты анализа образца МО-3 (объем пробы 100 мл; объем элюента 5 мл; $m_{\text{сорб.}}=100$ мг; $P=0,95$; $n=5$)

Pd (II) паспортные данные г/т	Pd (II) найдено, $\bar{x} \pm \frac{t_{pS}}{\sqrt{n}}$ г/т
0,05	0,047±0,001

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиева Р. А. Спектрофотометрическое определение палладия в висмута-полиметаллической руде / Р. А. Алиева, У. М. Абилова, Ф. М. Чырагов // Аналитика и контроль. – 2011. – Т. 15. – № 4. – С. 457–462.
2. Аналитическая химия металлов платиновой группы / Сост. и ред. Ю. А. Золотов, Г. М. Варшал, В. М. Иванов. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 592 с.
3. Басаргин Н. Н. Сорбционно-спектроскопическое определение золота (III) с применением новых полимерных комплексообразующих сорбентов в анализе природных минеральных объектов / Н. Н. Басаргин, М. В. Зуева, Ю. Г. Розовский // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2004. – Т. 79. – № 5. – С. 13–16.
4. Торгов В. Г. Экстракционно-реэкстракционное концентрирование в системе на основе *n*-алкиланилина и сульфидов нефти для определения платиновых металлов и золота методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой / В. Г. Торгов, Т. М. Корда, М. Г. Демидова, Е. А. Гуськова, Г. Л. Бухбиндер // Аналитическая химия. – 2009. – 64. – № 9. – С. 901–909.

УДК 631.4

ИСПЫТАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РИЗОСФЕРНЫХ ГЕЛЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

- Смагин Андрей Валентинович**, профессор, доктор биологических наук, ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», в. н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», *Россия*, г. Москва, smagin@list.ru
- Садовникова Надежда Борисовна**, кандидат биологических наук, н.с. ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», *Россия*, г. Москва, nsadovnik@rambler.ru
- Пригода Наталья Николаевна**, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, г. Краснодар, bioeco@inbox.ru.
- Васенев Вячеслав Иванович**, кандидат биологических наук, доцент ФГАО ВО «Российский университет дружбы народов», н. с., ФГБУН «Институт лесоведения РАН», *Россия*, г. Москва, vasenyov@mail.ru
- Смагина Марина Валентиновна**, кандидат биологических наук, зам. директора по научной работе ФГБУН «Институт лесоведения РАН», *Россия*, Московская обл., msmag08@mail.ru
- Гульбе Анастасия Яковлевна**, кандидат биологических наук, ученый секретарь, ФГБУН «Институт лесоведения РАН», *Россия*, Московская обл., goulbe@list.ru

В условиях закрытого грунта экспериментальных теплиц КубГАУ (Краснодар) и ИЛАН РАН (Москва) с ручным (дождевание) и автоматизированным (капельное орошение под куст) поливами проведены испытания по выращиванию картофеля сортов Леди Клер и Ред Скарлетт под воздействием гидогелевых композиций с ионами и наночастицами серебра для оптимизации эдафических факторов и противopatогенной защиты ризосферы. Эксперименты выявили высокую эффективность наиболее перспективного варианта композиций на основе амфифильного геля ПМ-1 (патент RU № 2639789), позволивших реализовать и превысить потенциальную продуктивность сортов (30–40 т/га) при 1,3–2 кратной экономии поливной влаги и надежной защите урожая от основных патогенов картофеля. Гидрофильные композиции оказались менее эффективными, и в случае внесения сплошным слоем (без перемешивания) могли вызывать загнивание клубней посадочного материала из-за локального анаэробнозиса.

Ключевые слова: поливное земледелие, тепличное хозяйство, картофелеводство, почва, ризосфера, патогены, защитные гелевые композиции, средства защиты растений, урожай.

TESTING THE EFFICIENCY OF RHIZOSPHERE GEL COMPOSITIONS FOR POTATO GROWING IN GREENHOUSES

**Smagin A. V., Sadovnikova N. B., Prigoda N. N., Vasenev V. I.,
Smagina M. V., Gulbe A. J.**

Under the conditions of experimental greenhouses in KubGAU (Krasnodar) and ILAN RAS (Moscow) with manual (sprinkling) and automated (drip irrigation under the Bush) irrigation we investigated the growth of potato varieties Lady Claire and Red Scarlett under the influence of original hydrogel compositions with ions and silver nanoparticles to optimize edaphic factors and anti-pathogenic protection of the rhizosphere. The experiments revealed the high efficiency of the most promising variant of compositions based on amphiphilic hydrogel PM-1 (patent RU №2639789), which allowed to realize and exceed the potential productivity of varieties (30–40 t/ha) with 1.3–2 times saving of irrigation moisture and reliable protection of the crop from the main potato pathogens. Hydrophilic gel compositions were less effective, and in the case of a continuous layer (without mixing) could cause rotting of the tubers of the planting material due to local anaerobiosis.

Keywords: irrigation agriculture, greenhouses, potato growing, soil, rhizosphere, pathogens, protective gel compositions, plant protection products, crop yield.

Введение. Инновационная технология оптимизации эдафических факторов и противопатогенной защиты ризосферы применительно к задачам картофелеводства выгодно отличается от известных способов борьбы с патогенами тем, что СЗР (средства защиты растений) вносятся непосредственно в корнеобитаемый слой почвы и надежно фиксируются там в составе гелевых структур, предохраняющих СЗР от вымывания и выноса в сопредельные среды [4, 7, 8]. Одновременно с помощью гидрогелей нового поколения, разработанных в России [2, 3] и не имеющих пока аналогов за рубежом, улучшаются водоудерживающая, поглотительная (ионообменная) способности и структурное состояние почвы [5, 7–10]. Предварительные испытания технологии в условиях открытого грунта в гумидном климате на естественном инфекционном фоне и при использовании сильно зараженного посевного материала дали хорошие результаты в виде повышения урожая и его надежной защиты от основных болезней картофеля, включая фитофтороз [5, 7]. В данном исследовании было продолжено тестирование возможностей данной разработки применительно к тепличному хозяйству для выращивания семенного картофеля с искусственным поливом.

Объекты и методы. Первый эксперимент был проведен в опытном тепличном хозяйстве Кубанского государственного аграрного университета в г. Краснодаре в 60 вегетационных сосудах объемом 10 л с торфопесчаной смесью (24 % низинного торфа в песке) на сорте Леди Клер (семена «элита» из розничной сети ОБИ) с 29.03 по 25.06.2018 с поливом дождеванием в ручном режиме и регулярным (1–2 раза в неделю) взвешиванием сосудов с композициями на основе гидрофильного геля ВУМ-0 и амфифильного ПМ-1 [2, 3] с концентрацией ионного серебра (100 ppm) в следующих 18 вариантах: контроль (без геля); композиция ПМ-1 0,5 и 1 л под куст; композиция ВУМ-0 0,5 и 1 л под куст с перемешиванием и без перемешивания гелей и с унифицированным поливом во всех вариантах 1 раз (дефицитный полив) и 2 раза в неделю.

Второй опыт проводился на объекте Серебряноборского опытного лесничества ИЛАН РАН в ЗАО г. Москвы с 09.05 по 08.08.2018 на дерново-подзолистой окультуренной почве легкого гранулометрического состава в приобретенной с этой целью в ООО «Оптимальные тепличные технологии» поликарбонатной усиленной теплице 3,5x8 м с автоматическим проветриванием и 8 автоматизированными линиями капельного орошения с электронными таймерами GA-319N для пуска и остановки подачи воды и расходомерами «Эквател» СВК-15Г. Эксперимент на рендомизированных по агрофону участках включал 13 вариантов: контроль (без гидрогеля, полив по дефициту влажности); композиция на основе геля ПМ-1 с препаратом Квадрис (50 ppm); композиция на основе геля ПМ-1 с ионами серебра (100 ppm) и композиция на основе геля ВУМ-0 с наночастицами серебра (100 ppm), соответственно во всех случаях с гидрогелями в дозах 0,5 и 1 л под куст в вариантах закладки сплошным слоем без перемешивания и с перемешиванием вместе с минеральной массой

почвы. Испытывался сорт Ред Скарлетт (семена от урожая «элита», полученного на предыдущем этапе исследований 2017 г.). Системные наблюдения на обоих объектах включали морфометрию кустов, мониторинг водно-воздушного, кислотно-щелочного почвенного режимов и биологической активности (дыхания почв) по авторским методикам [6, 11]. По завершении опыта для каждого куста учитывались масса и число клубней, а также длина корневых систем.

Анализ на патогены картофеля осуществлялся во ВНИИФ по новой методике матричной ПЦР-диагностики с использованием микрочипового амплификатора «AriaDNA» и ПЦР-микроматриц «Патогены картофеля-ДНК» на присутствие следующих бактериальных и оомицетных патогенов: *Phytophthora infestans*, *Pectobacterium atrosepticum*, *P. carotovorum subsp. carotovorum*, *Dickeya dianthicola*, *D. solani*, *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus*, *Ralstonia solanacearum*. Статистическая и математическая обработка результатов производилась согласно руководству [1].

Результаты и обсуждение. Эксперименты, проведенные в закрытом грунте с поливом дождеванием и капельным орошением в условиях Краснодарского края и Московской области позволили достичь и превысить запланированную в ходе технологического моделирования потенциальную урожайность в 30–40 т/га при 30–50% экономии поливной влаги (рисунки 1, 2). Опыты проходили в сходных температурных условиях (диапазоны варьирования температур от 4,1 до 43,6 °С при среднем значении 21,1 °С в Москве и от 13,0 до 41,0 °С при среднем значении 24,4 °С в Краснодаре), однако в абсолютно различных условиях по влажности воздуха, задающей транспирацию влаги. В московской теплице с автоматической вентиляцией относительная влажность менялась от 20 до 100% при средней величине 80,4 %, а в краснодарской, закрытого типа, все время была близка к состоянию насыщения (разброс 84,7–100 % при средней величине 93,4 %) (рисунок 3). В результате в московском опыте с капельным поливом в вентилируемой теплице прорастание клубней и дальнейший рост происходили без каких либо задержек и темпы прироста вегетативной массы в соответствии с базовой моделью Ферхюльста - Перла характеризовались типичными величинами $T_{0,5}$ в 24–30 сут.



Рисунок 1 – Влияние гидрогелевых композиций и полива дождеванием на урожайность картофеля (Краснодар, тепличное хозяйство КубГАУ, сорт Леди Клер); mix – варианты с перемешиванием.

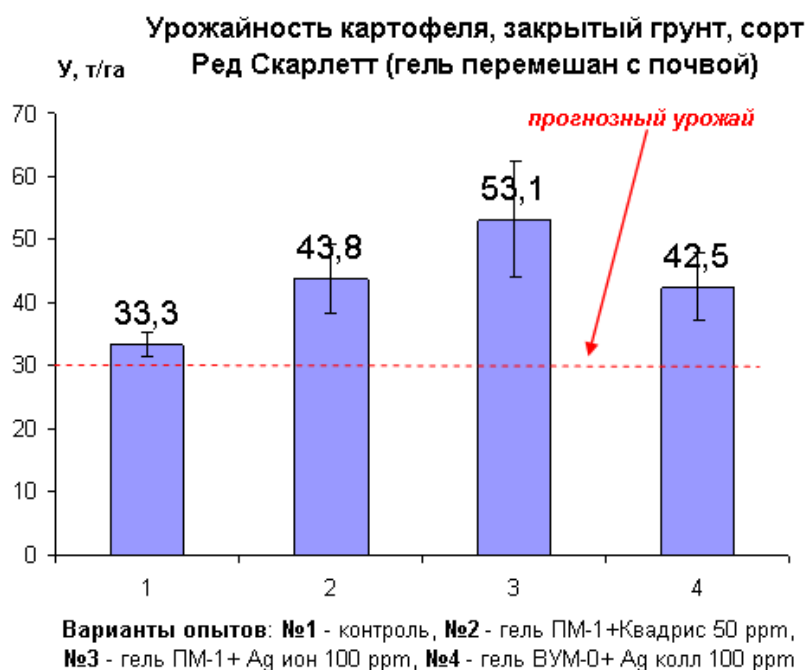
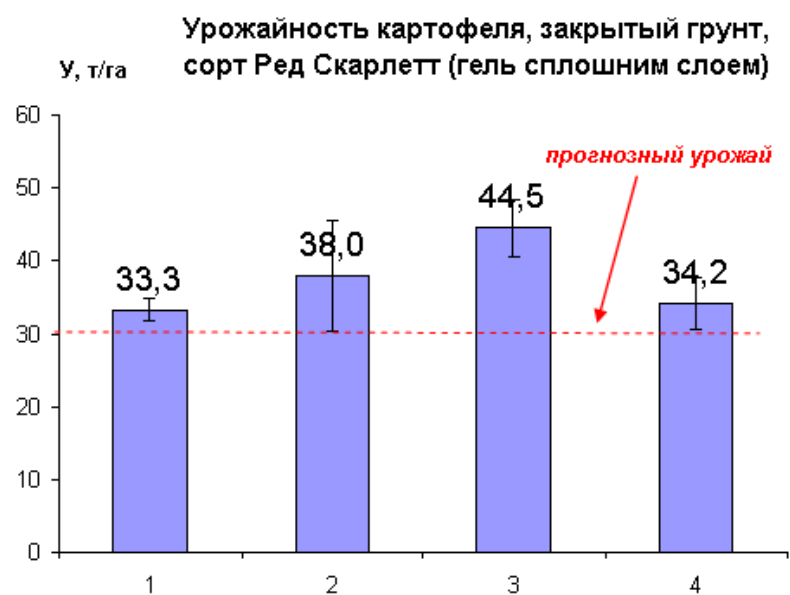


Рисунок 2 – Влияние гидрогелевых композиций на урожайность картофеля (Москва, Серебряноборское опытное лесничество ИЛАН РАН, сорт Ред Скарлетт).

В краснодарском опыте рост вегетативной массы происходил со значительной задержкой ($T_{0,5}=38-60$ сут) (рисунок 4), что мы связываем со снижением транспирационной активности и связанной с ней интенсивности фотосинтеза при постоянно крайне высокой влажностью воздуха невентилируемого помещения. Косвенно этому способствовал еще и сам вариант эксперимента в пластиковых вегетационных сосудах, открытых для аэрации лишь с поверхности. Такая ситуация подтверждается мониторингом индекса водно-воздушного режима (рисунок 5), который для ризосферного слоя и на контроле, и в случае гидрофильных гелевых композиций со сплошным внесением практически постоянно превышал отметку 0,9, указывающую на переувлажнение. И лишь варианты с амфифильной композицией ПМ-1 в дозе 0,5 л/куст с перемешиванием характеризовались наилучшими значениями индекса W/W_s , находящимися, как правило, в оптимальном диапазоне $0,3 < W/W_s < 0,9$. По всей видимости, сказывались разрыхляющие и оструктурирующие почву эффекты, присущие новой композиции с амфифильным наполнителем. Переувлажнение привело в ряде случаев к загниванию и потере всхожести клубней (контроль, варианты гид-

рофильной композиции ВУМ-0 со сплошным внесением под куст) и развитию патогенов, согласно данным матричной ПЦР-диагностики: (*Phytophthora infestans*, *Pectobacterium atrosepticum*, *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus*) с поражением 2–5 % клубней. На амфифильных композициях ПМ-1, независимо от доз (0,5, 1 л/куст), способа внесения (с перемешиванием и без) и нормы полива, а также на ВУМ-0 при внесении с перемешиванием урожай не содержал патогенных организмов, несмотря на диагностику инфекции на клубнях посадочного материала (*Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus*, *Pectobacterium atrosepticum*). Средняя урожайность на контроле достигла планируемой (40 т/га), однако она испытывала сильные колебания, а с учетом доли площади, на которой растения не взошли, была ниже указанной величины (рисунок 1).

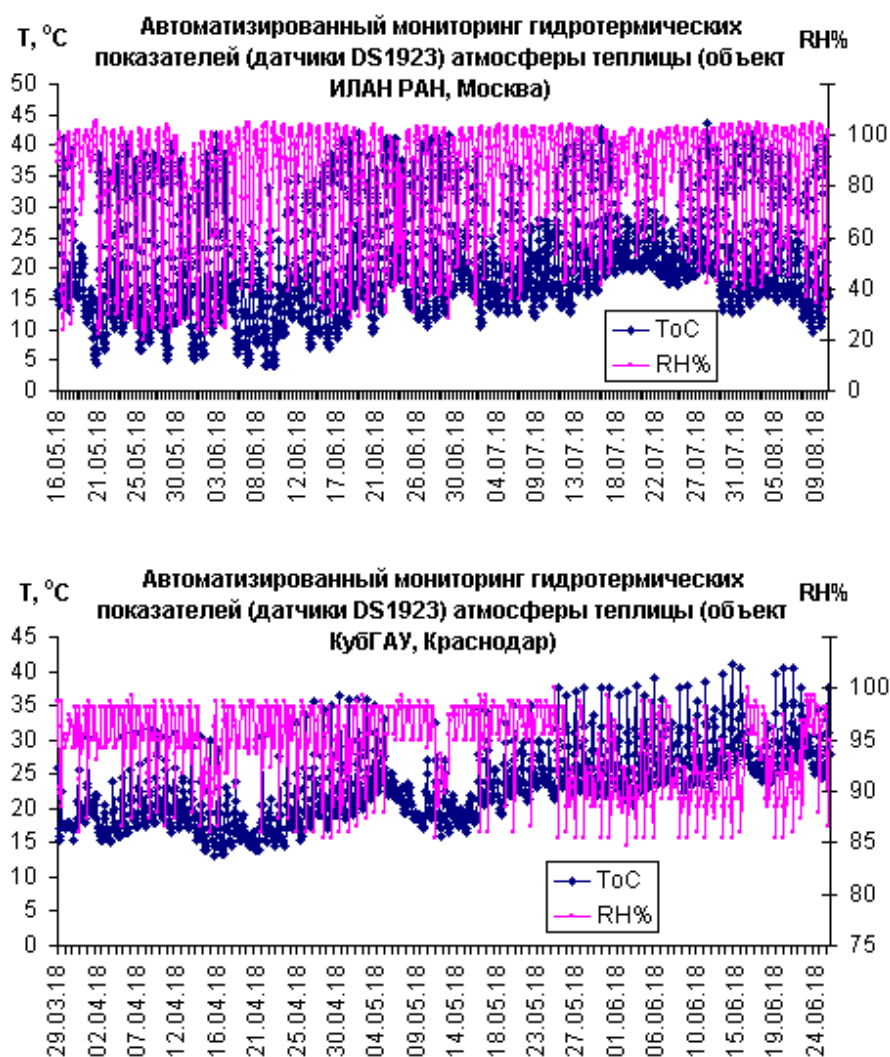


Рисунок 3 – Мониторинг гидротермических показателей атмосферы в вентилируемой (объект ИЛАН РАН) и неventилируемой (объект КубГАУ) теплицах при выращивании картофеля.

Переувлажнение сказалось негативнее всего на вариантах с гидрофильной композицией ВУМ-0, где в ряде случаев отмечалось падение фактической урожайности до 26–31 т/га. Композиции с ПМ-1 были лучше, и на них средняя урожайность была стабильно выше 40 т/га, достигая в вариантах перемешивания геля с почвой 46–48 т/га при одновременном снижении варьирования (рисунок 1).

В московском эксперименте по выращиванию сорта Ред Скарлетт с автоматизированным капельным поливом и вентиляцией теплицы удалось достичь более эффективных результатов по приросту урожайности: контрольные делянки статистически значимо превышали запланированный для данного сорта уровень в 30 т/га, а варианты с гидрогелями стабильно превышали контроль, достигая 30–60 % прибавки урожая, причем наилучшие

результаты опять продемонстрировали композиции на основе нового геля ПМ-1 с амфифильным наполнителем (рисунок 2). Благодаря полностью автоматизированной системе капельного полива с возможностью регулировки через таймеры времени и, соответственно, количества подаваемой влаги на отдельных вариантах опыта, для всех делянок с гидрогелями удалось снизить расход воды, причем в вариантах «экономный полив» это снижение достигло 1,7–2-кратных различий, то есть экономии поливной влаги до 50% не только без какого-либо ущерба продуктивности, но и при ее существенном приросте. Этот феномен объясняется высокими (50 % и более) непродуктивными потерями поливной влаги в почвах легкого гранулометрического состава на внутрпочвенный сток и испарение, и именно эти потери практически полностью блокируются локальными гелевыми структурами в ризосфере при капельном поливе под куст. При этом матричная ПЦР-диагностика не выявила патогенных организмов ни на контроле, ни в вариантах с СПГ, что можно объяснить качеством семенного материала (урожай прошлого года с экспериментальных делянок с защитными ризосферными композициями).

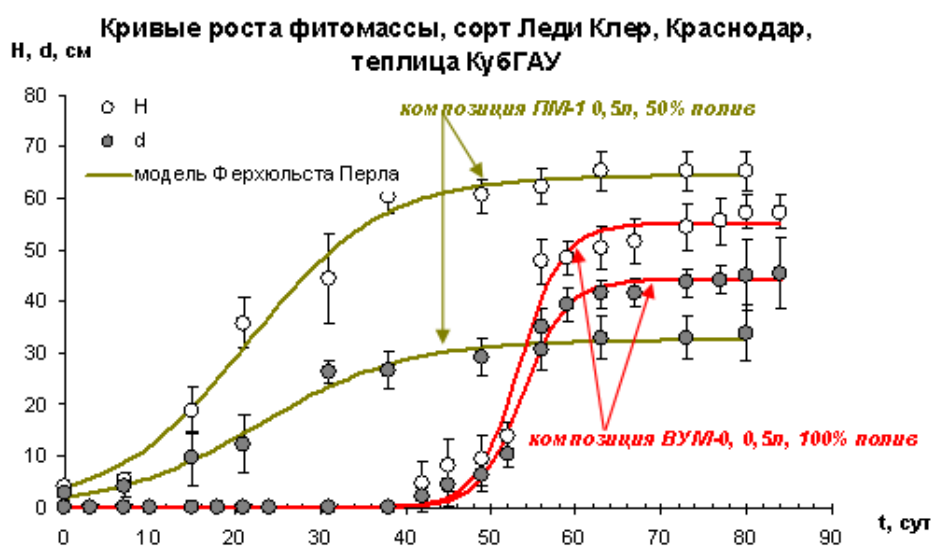
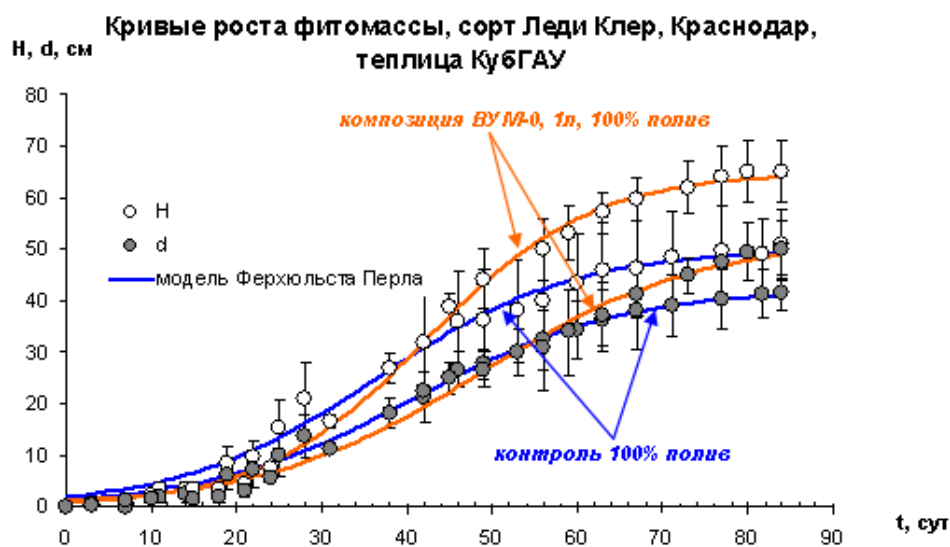


Рисунок 4 – Влияние гидрогелевых композиций на рост кустов в высоту (Краснодар, сорт Леди Клер), аппроксимация моделью Ферхюльста - Перла в программе S-Plot.

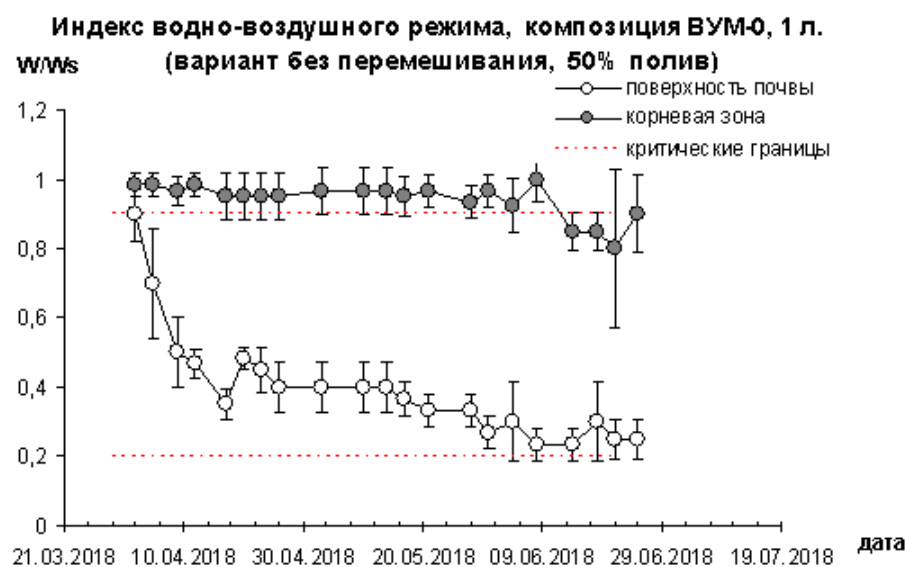
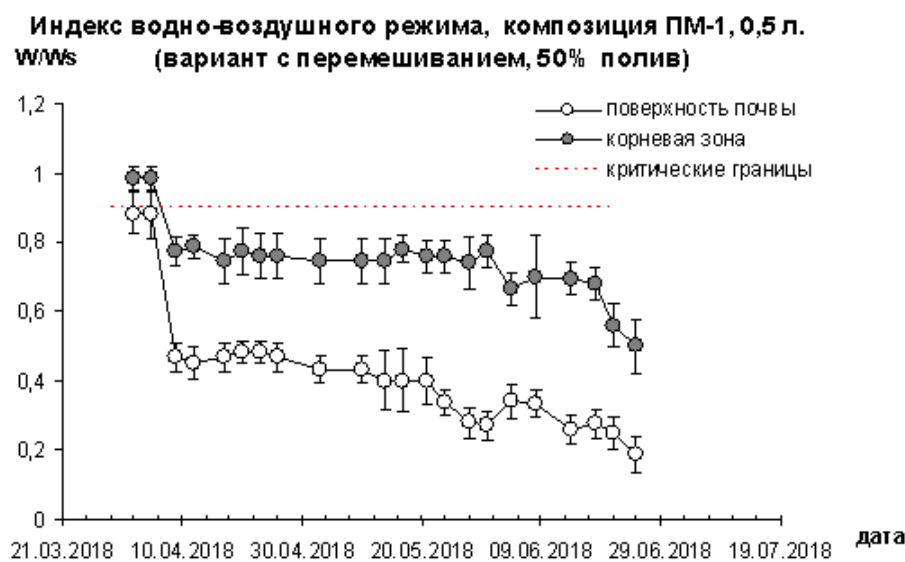
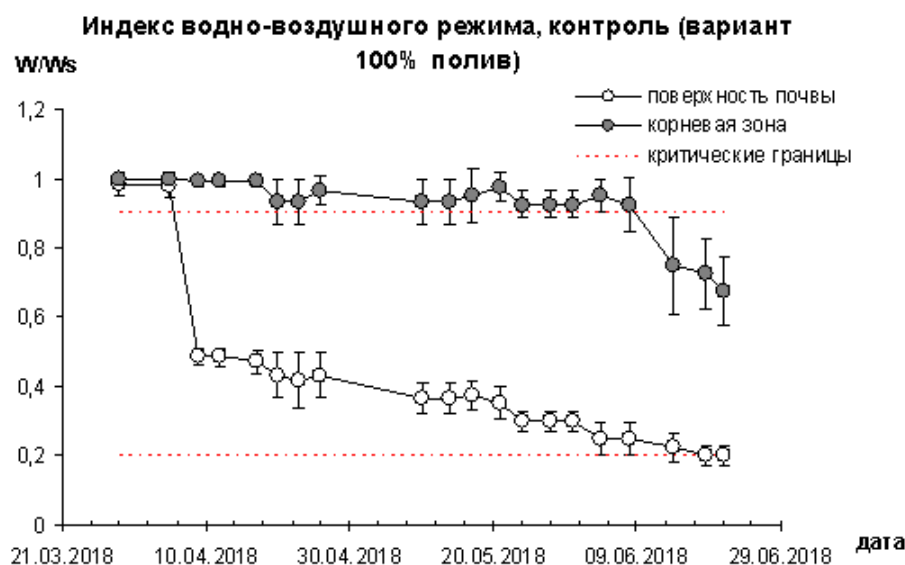


Рисунок 5 – Динамика показателя водно-воздушного режима почвы на контроле и при использовании гелевых композиций с перемешиванием с почвой и без (Краснодар, закрытая теплица КубГАУ, сорт картофеля Леди Клер, 2018 г.).

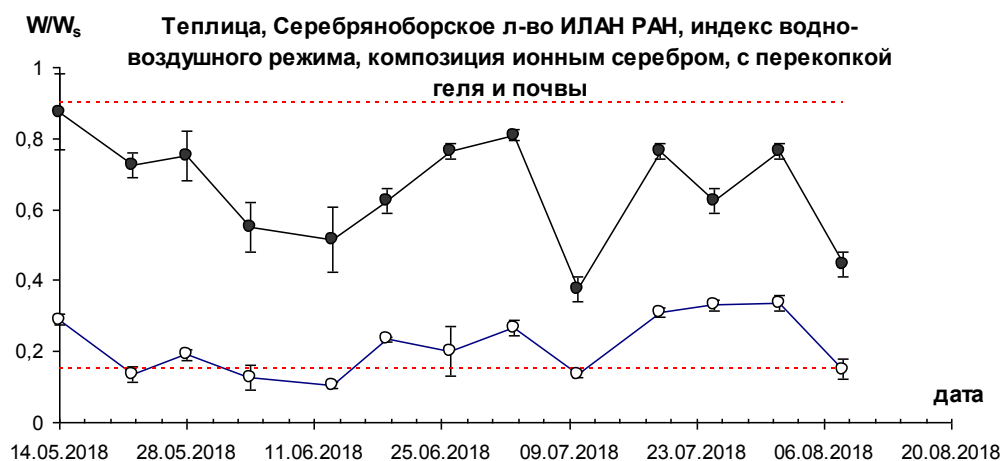
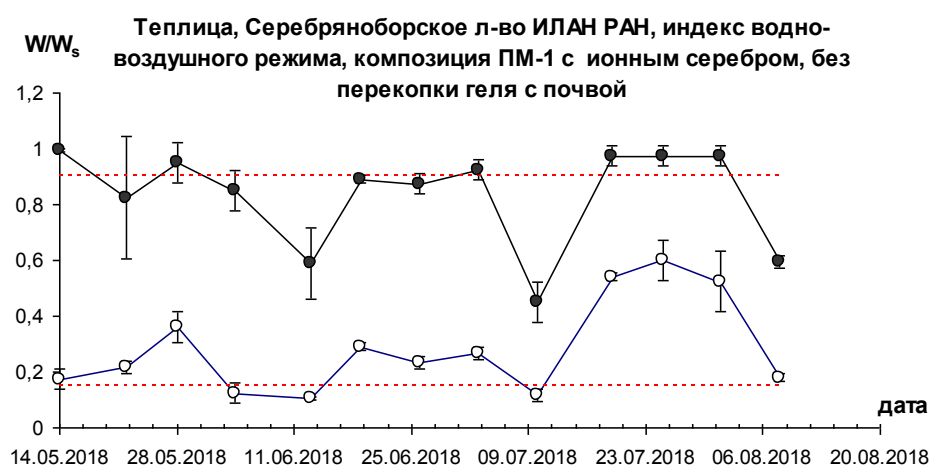
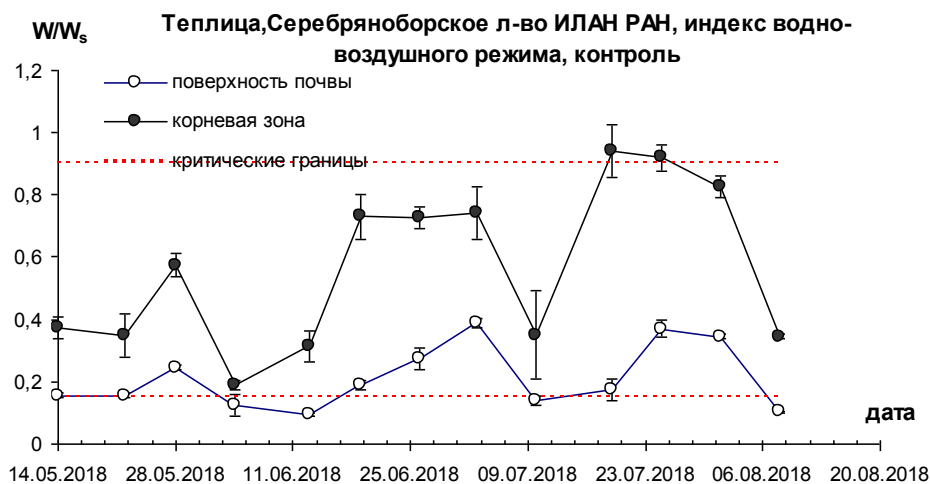


Рисунок 6 – Динамика индекса водно-воздушного режима в эксперименте с закрытым грунтом (ИЛАН РАН, дерново-подзолистая супесчаная почва на аллювиальных песках, сорт картофеля Ред Скарлетт)

Сравнительный мониторинг индекса водно-воздушного режима показал, что он в основном находился в пределах оптимальной для данной почвы зоны $0,15 < W/W_s < 0,9$, особенно для корнеобитаемого слоя, и лишь в вариантах сплошного (без перекопки с почвой) внесения гидрогеля изредка превышал этот диапазон (рисунок 6). Показатель рН в обоих экспериментах не превышал критической отметки 7,5, был стабильно ниже в ризосфере по сравнению с поверхностью почвы и имел тенденцию к снижению вплоть до величин 6,5–

6,7 единиц в краснодарском опыте и до 5,6–6,5 в московском по мере развития растений и периодической оптимизации гидротермических условий, в связи с интенсификацией почвенного дыхания (подкисление углекислотой).

В целом проведенные эксперименты по выращиванию картофеля с ризосферными гидрогелевыми композициями с ионами и наночастицами серебра в условиях поливного земледелия в теплицах, наряду с предшествующими опытами в открытом грунте при естественных осадках, показали высокую эффективность разрабатываемых инновационных технологий и их применимость не только к семенному картофелеводству, но и для товарного производства.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и РНФ (гранты 16-16-04014 – организация и проведение экспериментов, обработка данных и 17-77-20046 – закупка почвенных субстратов, тепличного конструктива, мониторинг дыхания почве).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Л. Б. Попок, Л. Е. Попок. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 312 с.
2. Патент на изобретение RU №2536509 от 27.12.2014.
3. Патент на изобретение RU №2639789 от 22.12.2017.
4. Смагин А. В. Картофелеводство в России: основные проблемы и поиск научно-технологических решений / А. В. Смагин // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар : КубГАУ. – 2017. – С. 14–19.
5. Смагин А. В. Полевые эксперименты по влиянию ризосферных гелевых композиций на урожайность и защиту картофеля от патогенной микрофлоры / А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова, В. И. Будников [и др.] // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С. 191–196.
6. Смагин А. В. Мониторинг почвенно-экологических характеристик в полевых экспериментах с ризосферными гидрогелевыми композициями для картофелеводства / А. В. Смагин, В. И. Васенев, Н. Б. Садовникова [и др.] // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С. 196–201.
7. Гелевые композиции для противобактериальной защиты и оптимизации эдафических свойств ризосферы картофеля / А. В. Смагин, В. И. Будников, В. И. Васенев [и др.] // До-стижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 3. – С. 54–63. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10311.
8. Шнырев Н. А. Гидравлическая проводимость и гидродинамическая дисперсия в защитных влагоаккумулятивных гелевых композициях для ризосферы / Н. А. Шнырев, А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 266–269.
9. Smagin A. V. Thermodynamic Evaluation of the Impact of Strongly Swelling Polymer Hydrogels with Ionic Silver on the Water Retention Capacity of Sandy Substrate / A. V. Smagin // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – V. 52. – № 012087. – P. 1–7. – DOI 10.1088/1755-1315/52/1/012087.
10. Smagin A. V. Fungicidal and antibacterial activity of the hydrogel compositions with silver / A. V. Smagin, M. V. Smagina, G. B. Kolganihina [et al.] // International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – V. 7. – № 2.23. – P. 14–20. – DOI 10.14419/ijet.v7i2.23.11874.
11. Vasenev V. I. Urban Soil's Functions: Monitoring, Assessment, and Management / V. I. Vasenev, A. V. Smagin, N. D. Ananyeva [et al.] // in Adaptive Soil Management: From Theory to Practices eds. : Rakshit A., Abhilash P. C., Singh H. B., Ghosh S. Springer, Singapore. – 2017. – P. 359–409. – DOI: 10.1007/978-981-10-3638-5.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОСТАВ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ

Белюченко Иван Степанович, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

Никифорова Юлия Юрьевна, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

В статье рассматривается влияние различных удобрений (минеральных, органических и органоминеральных – сложный компост), на состав почвенной мезофауны в посевах озимой пшеницы. Приводятся сведения об изменении физических и химических свойств почвы и их взаимосвязи с почвенными обитателями, а также данные по влиянию сложного компоста, представляющего собой комплекс из органических и минеральных отходов, на основные почвенные свойства. Выявлен количественный и качественный состав фауны чернозема выщелоченного и изучена трансформация основных ее групп под влиянием различных удобрений. Отмечена большая эффективность сложного компоста по сравнению с другими удобрениями на черноземе выщелоченном. Доказана целесообразность и перспективность использования сложного компоста на черноземе выщелоченном для улучшения его экологических свойств и поддержания его благоприятного состояния. Изучены основные почвенные характеристики, определяющие качество среды обитания для почвенных животных. Разработана и внедрена технология использования отходов промышленности и сельского хозяйства в составе сложного компоста на черноземе выщелоченном.

Ключевые слова: минеральные удобрения, органические удобрения, сложный компост, почвенная мезофауна, озимая пшеница, чернозем выщелоченный, отходы.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECT OF VARIOUS FERTILIZERS ON THE COMPOSITION OF SOIL MESOFAUNA

Belyuchenko I. S., Nikiforenko Yu. Yu.

The article considers the influence of various fertilizers (mineral, organic and organomineral (complex compost)) on the composition of soil mesofauna in winter wheat crops. Data on the changing physical and chemical properties of the soil and their relationship with soil inhabitants are given. The data on the influence of complex compost, which is a complex of organic and mineral waste, on the basic soil properties are presented. The quantitative and qualitative composition of leached chernozem fauna was revealed and the transformation of its main groups under the influence of various fertilizers was studied. The influence of complex compost on the physical and agrochemical properties of leached chernozem was determined to be more effective in comparison with other fertilizers. Proved the feasibility and prospects of using complex compost leached chernozem to improve its environmental properties and maintain its favorable condition. The main soil characteristics determining the quality of the habitat for soil animals are studied. Developed and implemented the technology for use of waste industry and agriculture in the composition of the complex compost on leached chernozem.

Keywords: mineral fertilizers, organic fertilizers, complex compost, soil mesofauna, winter wheat, leached chernozem, waste.

Интенсификация сельского хозяйства обусловила необходимость применения разнообразных высокоэффективных почвообрабатывающих технологий, что привело к изменению естественных степных ландшафтов. В связи с этим в почвенной среде изучаемой территории наблюдаются серьезные изменения в составе и структуре биологических комплексов. Почвенные обитатели чутко реагируют на любые изменения физических и химических свойств почвы, находясь в постоянном контакте с почвенным раствором. Такие факторы вызывают сдвиги в структуре сообществ педобионтов, что является следствием различных реакций организмов на те или иные изменения среды. Для одних видов эти изменения оказываются губительными и других, связанных биотическими связями с первыми, изменится численность из-за изменения численности первых, а третьи могут усиленно размножаться, заняв экологические ниши первых двух групп [15].

Значение почвенных животных для почвообразования является незаменимым. Педобионты являются неотъемлемыми участниками почвообразовательного процесса. Прокладываемые ходы и норы, они тем самым улучшают физические свойства почвы. Их прижизненные выделения участвуют в химических реакциях, происходящих в почве. В настоящей статье приводятся данные полевых исследований сотрудников кафедры общей биологии и экологии на опытном поле Кубанского государственного аграрного университета.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в степной зоне Западного Предкавказья, на опытном поле ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина». Почвы представлены черноземами выщелоченными слабогумусными.

По основным климатическим характеристикам территория района исследований относится к зоне умеренно континентального климата с неустойчивым увлажнением, осадков за год выпадает 450 – 600 мм. Среднегодовая температура воздуха +9,8 °С. Преобладающее направление ветров северо-восточное (СВ) в июле и восточное (В) в январе. Рельеф местности равнинный со слабыми всхолмлениями.

Опытный участок общей площадью 616 м² был разбит на отдельные делянки площадью по 22 м², куда вносились различные удобрения (минеральные, органические и органоминеральные) и была высеяна озимая пшеница. Расположение делянок рендомизированное, каждый вариант был представлен в четырехкратной повторности.

При проведении опыта использовали минеральное удобрение (NPK) – водорастворимое комплексное азотно-фосфорно-калийное KEMIRAG[®]gowHow Листовое 18–18–18 (N_{общ} 18 %, P₂O₅ 18 %, K₂O 18 %); фосфогипс (ФГ) – отход химической промышленности, навоз КРС – отход животноводства и растительные остатки (в составе сложного компоста).

Сложный компост включал в себя следующие компоненты: полуперепревший навоз КРС, фосфогипс, очистки зерна, послеуборочные растительные остатки сахарной свеклы, кукурузы, подсолнечника в соотношении 50:7:3:3:2:1:1: соответственно. Период созревания компоста 3–4 мес. Перемешивание сложного компоста осуществлялось ежемесячно.

Исследования проводили по следующим вариантам:

- 1) контроль
- 2) навоз КРС (50 т/га)
- 3) NPK (полная доза)
- 4) фосфогипс (9 т/га)
- 5) сложный компост (65 т/га)
- 6) NPK (полная доза) + фосфогипс (9 т/га)
- 7) ½ NPK (1/2 дозы) + фосфогипс (9 т/га)

Для определения представителей педобионтов и основных физических и химических свойств почвы с каждого варианта было отобрано по 12 проб площадью по 0,04 м² каждая. Для извлечения из пробы почвенных беспозвоночных применялся метод ручной разборки М. С. Гилярова. Найденных животных помещали в фиксирующий раствор из 40 % формалина, 70° спирта и дистиллированной воды. Фиксированный материал рассматривали под микроскопом Биомед-2. За весь период исследования было изучено 84 почвенных образца. При определении различных групп почвенных беспозвоночных использовали следующие методические руководства: М. С. Гиляров и др., 1964; Б. М. Мамаев, Л. Н. Медведев, Ф. Н. Правдин, 1976.

Результаты исследований и их обсуждения. В результате проведенных исследований на опытных участках при внесении в почву различных доз удобрений было выявлено 4 класса почвенных беспозвоночных – *Insecta* (Насекомые), *Myriapoda* (Многоножки), *Olygochaeta* (Малощетинковые черви), *Gastropoda* (Брюхоногие моллюски).

Повсеместно на всех вариантах опыта были встречены представители таких семейств, как *Carabidae* (Жужелицы), *Elateridae* (Щелкуны), *Scarabaeidae* (Пластинчатоусые) – личиночные стадии, *Formicidae* (Муравьи), *Julidae* (Кивсяки настоящие), *Enchytraeidae* (Энхитреиды).

Наибольшая численность почвенных беспозвоночных была отмечена в вариантах опыта где в почву вносился фосфогипс, а также сложный компост, – 189,8,0 и 181,8 экз/м² соответственно. Причем почти 60 % от общей численности почвенных беспозвоночных в данных вариантах составляли энхитреиды – представители класса *Olygochaeta* (Малощетинковые черви) (таблица 1).

Таблица 1 – Состав почвенной мезофауны (экз/ м²) в полевом опыте КубГАУ

Состав почвенной мезофауны	Вариант						
	Контроль	Навоз КРС	НРК	ФГ	Сложный компост	НРК+ ФГ	½ НРК+ ФГ
<i>Кл. Insecta – Насекомые</i>							
Сем <i>Japygidae</i> – Клеще-хвостки	–	–	–	4,2±1,9	2,1±1,3	2,1±1,3	–
Отр. <i>Collembola</i> – Ного-хвостки	4,2±1,9	–	–	–	2,1±1,3	–	4,2±1,9
Отр. <i>Coleoptera</i> – Жестко-крылые							
Сем. <i>Carabidae</i> – Жужелицы <i>i</i>	8,1±2,6	2,1±1,3	6,3±2,3	8,1±2,6	–	–	6,3±2,3
Сем. <i>Carabidae</i> – Жужелицы <i>l</i>	2,1±1,3	6,3±2,3	4,2±1,9	27,1±4,8	27,1±4,8	4,2±1,9	14,6±3,5
Сем. <i>Elateridae</i> – Щелкуны <i>l</i>	8,3±2,7	8,3±2,7	18,5±4,0	16,7±3,8	8,3±2,7	10,4±3,0	4,2±1,9
Сем. <i>Scarabaeidae</i> – Пластинчатоусые <i>i</i>	2,1±1,3	–	2,1±1,3	6,3±2,3	8,3±2,7	4,2±1,9	–
Сем. <i>Scarabaeidae</i> – Пластинчатоусые <i>l</i>	4,2±1,9	2,1±1,3	4,2±1,9	2,3±1,3	2,1±1,3	4,2±1,9	2,1±1,3
Сем. <i>Curculionidae</i> – Долгоносики <i>i</i>	–	–	–	2,1±1,3	4,2±1,9	–	–
Отр. <i>Diptera</i> – Двукрылые <i>p</i>	2,1±1,3	4,2±1,9	–	–	–	4,2±1,9	2,1±1,3
Отр. <i>Diptera</i> – Двукрылые <i>l</i>	16,7±3,8	27,1±4,8	6,3±2,3	–	–	–	–
Отр. <i>Hymenoptera</i> – Перепончатокрылые							
Сем. <i>Formicidae</i> – Муравьи <i>i</i>	6,3±2,3	18,8±4,0	35,4±5,5	12,5±3,3	10,4±2,9	58,3±7,1	12,1±3,2
<i>Кл. Myriapoda – Многоножки</i>							
Подкласс <i>Symphyla</i> – Симфилы	–	–	2,1±1,3	–	2,1±1,3	2,1±1,3	–
Подкласс <i>Diplopoda</i> – Двупарноногие							
Отр. <i>Juliformia</i> – Кивсяки							
Сем. <i>Julidae</i> – Кивсяки настоящие	6,3±2,3	4,2±1,9	6,3±2,3	4,2±1,9	16,7±3,7	10,4±3,0	2,1±1,3
<i>Кл. Olygochaeta – Малощетинковые черви</i>							
Сем. <i>Lumbricidae</i> – Черви дождевые	2,1±1,3	2,1±1,3	2,1±1,3	–	–	–	–
Сем. <i>Enchytraeidae</i> – Энхитреиды	37,5±5,7	45,8±6,3	27,1±4,8	106,3±9,5	96,3±9,1	50,0±6,5	33,3±5,3
<i>Кл. Gastropoda – Брюхоногие моллюски</i>							
Сем. <i>Planorbidae</i> – Катюшки	2,1±1,3	6,3±2,3	2,1±1,3	–	2,1±1,3	–	–
ИТОГО:	102,1±9,4	127,3±10,4	116,7±10,0	189,8±12,9	181,8±12,6	150,1±11,3	82,0±8,4
Примечание: ФГ – фосфогипс; НРК – минеральные удобрения; <i>p</i> – куколка; <i>i</i> – имаго; <i>l</i> – личинка							

По полученным данным видно, что в варианте 2 при внесении в почву навоза 50 т/га количество особей энхитреид составило 45,8 экз/м², а при внесении сложного компоста их численность оказалась значительно выше (96,3 экз/м²). При внесении фосфогипса в чистом виде без добавления органических и минеральных удобрений отмечена наибольшая численность энхитреид по сравнению с другими вариантами опыта – 106,3 экз/м². В результате этого можно предположить, что именно внесение фосфогипса способствовало увеличению численности энхитреид в 5 варианте опыта. Это может быть связано со способностью фосфогипса усиливать ферментативную активность почвы и благоприятствовать разложению свежего органического вещества, делая его более доступными для потребления беспозвоночными [8]. Энхитреиды в свою очередь принимают активное участие в разложении органических остатков, обогащают почву продуктами своей жизнедеятельности, что способствует улучшению химических и физических свойств почвы.

Преобладание численности личинок жуужелиц было выявлено на вариантах с фосфогипсом (вариант 4) и при внесении в почву сложного компоста (вариант 5). Несмотря на вредоносный характер взрослых особей жуужелиц, их личинки на начальных этапах своего развития не представляют большой угрозы для посевов сельскохозяйственных культур. А как видно из полученных данных, количество взрослых особей жуужелиц на всех исследуемых участках не поднималось выше контроля и составляло 2,1–8,1 экз/м², а в вариантах 5 и 6 представители данного отряда отсутствовали.

Обращает на себя внимание тот факт, что особи семейства *Staphilinidae* (Коротконадкрылые) встретились только в 5 варианте опыта, где в почву вносился сложный компост, тогда как на других вариантах представителей данного семейства встречено не было. Это представляет интерес, так как коротконадкрылые, обитающие на посевах сельскохозяйственных культур, относятся к зоофагам, которые уничтожают вредных насекомых и являются их паразитами, а также используют в пищу полуразложившиеся растительные остатки и грибы.

В результате исследований было выявлено, что на всех опытных участках, где вносился фосфогипс как отдельно, так и в смеси с навозом и минеральными удобрениями не было обнаружено личинок Двукрылых (*Diptera*), тогда как на контроле (вариант 1) и на участке с навозом КРС (вариант 2) представители данного семейства встретились в значительном количестве, причем их численность в варианте с навозом почти в 2 раза превышала контроль и составляла соответственно 27,1 и 16,7 экз/м². Однако следует отметить, что в вариантах, где вносился фосфогипс с минеральными удобрениями (в различных дозах), были встречены куколки двукрылых.

Тот факт, что двукрылые ни в личиночной стадии, ни в фазе куколки не были обнаружены на участке с фосфогипсом и на участке со сложным компостом имеет важное хозяйственное значение. Это объясняется тем, что личинки и взрослые особи многих двукрылых являются вредителями большого числа растений и переносчиками заболеваний домашних и сельскохозяйственных животных, чем наносят огромный ущерб сельскому хозяйству и животноводству.

Важно отметить, что при внесении в почву сложного компоста (вариант 5), так и фосфогипса с полной дозой минеральных удобрений происходит увеличение количества представителей семейства *Julidae* (Кивсяки настоящие). Причем наибольшая их численность была обнаружена на варианте 5 и составила 16,7 экз/м². Возможно, это связано с тем, что при использовании фосфогипса в почве происходит увеличение количества гумата кальция, улучшается влагоемкость почвы, повышается уровень обменного кальция [3, 4, 9]. А как известно, наиболее калькофильной группой среди диплопод являются кивсяки, в покровах которых содержится наибольшее количество извести, поэтому они наиболее многочисленны в почвах, содержащих кальций и имеющих хорошую влажность. Имея плотный панцирь, они роют ходы, способствуют перемешиванию органической и минеральной частей почвы, участвуют в образовании комковатой структуры, что положительно влияет на ее плодородие [1, 8, 17].

Двупарноногие питаются прежде всего мертвыми растительными остатками и микроорганизмами и реже живой тканью растений или экскрементами животных. Их роль основана на механической переработке органического вещества и выделении его в форме, более доступной для микроорганизмов. Играть заметную роль в круговороте химических элементов и прежде всего кальция, затем идут углерод, азот, магний и калий [2, 10].

На участках, где вносилась полная доза минеральных удобрений (вариант 3), а также их смесь с фосфогипсом (вариант 6), наблюдалось увеличение численности представителей сем. *Formicidae* (Муравьи), что, скорее всего, связано с высоким содержанием азота на данных участках. Возможно, именно с этим связано сокращение в 2 раза численности муравьев на варианте 7 при уменьшении дозы вносимых минеральных удобрений. Увеличение числа муравьев имеет важное значение, так как они являются незаменимыми участниками процесса почвообразования. Их деятельность складывается из следующих факторов: перемешивания почвы, изменения ее механического и химического состава.

Муравьи участвуют в механическом разрушении растительных остатков, тем самым ускоряя процесс их разложения. Большинство из них охотится на различных беспозвоночных, используя добываемую таким путем белковую пищу для выкармливания молоди. В добыче муравьев преобладают вредные насекомые. Во время массового размножения вредители в добыче муравьев составляют 90 % и более [11, 13, 16].

В результате проведенных исследований хочется отметить положительное действие фосфогипса на развитие популяций почвенной мезофауны. Это происходит вследствие того, что фосфогипс, как отдельно так и в составе сложного компоста, повышает содержание в почве общего азота, фосфора, серы, кальция, а также влажность почвы и способствует нейтрализации ее pH. Используя сложный компост в составе удобрения, можно добиться выравнивания благоприятных почвенных свойств, необходимых для жизнедеятельности почвенной фауны [5, 6, 7].

При смешивании органических компонентов и фосфогипса получается комплекс, обеспечивающий прочность образуемых агрегатов и насыщающий почву такими важными элементами, как S, Si, Ca, и рядом микроэлементов. Кроме того, в высокие коагулятивные свойства, повышают устойчивость органо-минеральных комплексов и питательных веществ к выщелачиванию из почвы, что имеет важное значение для питания и размножения представителей почвенной мезофауны [12, 14].

Выводы. В результате проведенных исследований и полученных данных можно сделать следующие выводы:

1) при внесении в почву дигидратного фосфогипса как в чистом виде, так и в составе сложного компоста происходит увеличение численности представителей семейства *Enchytraeidae*;

2) кивсяки (*Julidae*) предпочитают участки где вносили сложный компост;

3) фосфогипс при внесении в почву как в чистом виде, так и в различных сочетаниях и дозах с удобрениями подавляет численность личинок двукрылых (*Diptera*);

4) применение минеральных удобрений ведет к увеличению популяции Муравьев (*Formicidae*) [18 19].

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Труды КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 31. – С. 152–153.

2. Белюченко И.С. Использование отходов быта и производства для создания сложных компостов с целью повышения плодородия почв / И. С. Белюченко // Труды КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 38. – С. 68–72.

3. Белюченко И. С. Влияние сложных компостов на свойство почвы и формирование почвенной биоты / И. С. Белюченко, Ю. Ю. Никифорова // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 4. – С. 3–50.

4. Белюченко И. С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 97. – С. 203–223.
5. Белюченко И. С. Коллоидные системы отходов разных производств и их роль в формировании сложного компоста [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 93. – С. 787–811. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/68.pdf>
6. Белюченко И. С. Влияние фосфогипса на трансформацию азота в черноземе обыкновенном степной зоны Кубани / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 2. – С. 144–147.
7. Белюченко И. С. К вопросу о формировании и свойствах органоминеральных компостов и реакции растений кукурузы на их внесение / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 65–74.
8. Мельник О. А. Содержание органического вещества и некоторые аспекты его трансформации в почвах агроландшафта : автореф. дис... канд. биол. наук / О. А. Мельник. – Краснодар, 2007. – 26 с.
9. Мельник О. А. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на продуктивность растений и качество их урожая / О. А. Мельник, Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 30–33.
10. Мельник О. А. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве комплексных мелиорантов чернозема обыкновенного / О. А. Мельник, Ю. Ю. Петух, Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 3. – С. 41–46.
11. Никифорова Ю. Ю. Состав почвенной мезофауны в черноземе обыкновенном при внесении сложного компоста / Ю. Ю. Никифорова // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 2. – С. 30–39.
12. Петух Ю. Ю. Влияние фосфогипса на динамику почвенной фауны в полях севооборота / Ю. Ю. Петух // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 61–66.
13. Петух Ю. Ю. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в зерновом севообороте / Ю. Ю. Петух // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : материалы науч. конф. – Краснодар : КубГАУ, 2009. – С. 194–198.
14. Петух Ю. Ю. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в посевах озимой пшеницы / Ю. Ю. Петух, В. В. Гукалов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 66–69.
15. Петух Ю. Ю. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на состав почвенной мезофауны в посевах кукурузы / Ю. Ю. Петух // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 34–37.
16. Петух Ю. Ю. Комплексное использование отходов промышленности и сельского хозяйства для улучшения свойств почвы / Ю. Ю. Петух // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12 (131). – С. 417–418.
17. Петух Ю. Ю. Почвенная биота чернозема обыкновенного при использовании органоминерального компоста / Ю. Ю. Петух // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 21–26.
18. Belyuchenko I. S. As to the evolutionary relationships of different level systems in the biosphere / I. S. Belyuchenko // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 17–50.
19. Belyuchenko I. S. Evolutionary and ecological approaches to the plants introduction in practice / I. S. Belyuchenko // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 104–111.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЛОЖНОГО КОМПоста В УСЛОВИЯХ АГРОЛАНДШАФТА

Никифорова Юлия Юрьевна, кандидат биологических наук, ФГБОУ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

В статье приводятся результаты исследований по влиянию сложного компоста на основные свойства почвенной среды, включающие биологические, физические и химические. Определен количественный состав и распределение почвенной мезофауны в зависимости от использования различных удобрений. Установлено влияние сложного компоста при его внесении в почву на некоторые физические и агрохимические почвенные характеристики чернозема обыкновенного, что повлияло на изменение количественного и качественного состава почвенной мезофауны. Приводится динамика численности почвенных организмов при внесении сложного компоста за пятилетний период. Установлено, что при использовании сложного компоста происходит оптимизация почвенной структуры (увеличение числа агрономически ценных агрегатов), водоудерживающей способности (увеличение полной влагоемкости), повышение содержания органического вещества, общего азота, подвижного фосфора, кальция, серы, нейтрализация pH.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный, сложный компост, навоз крупного рогатого скота, почвенная мезофауна, озимая пшеница, сахарная свекла, кукуруза

CHARACTERISTICS OF SOIL MESOFAUNA COMPOSITION IN THE USE OF COMPLEX COMPOST IN THE CONDITIONS OF THE AGRICULTURAL LANDSCAPE

Nikiforenko Yu. Yu.

The article presents the results of studies on the effect of complex compost on the basic properties of the soil environment, including biological, physical and chemical. The quantitative composition and distribution of soil mesofauna depends on the use of different fertilizers. The influence of complex compost when it is introduced into the soil on some physical and agrochemical soil characteristics of ordinary Chernozem was established, which influenced the change in the quantitative and qualitative composition of the soil mesofauna. The dynamics of the number of soil organisms when making complex compost for a five-year period. It was found that the use of complex compost optimization of soil structure (increase agronomically valuable units), water holding capacity (increase in total moisture content), increasing the content of organic matter, total nitrogen, mobile phosphorus, calcium, sulfur, pH neutralization.

Keywords: common chernozem, complex compost, cattle manure, soil mesofauna, winter wheat, sugar beet, corn.

В настоящее время интенсивное использование огромных территорий в качестве сельскохозяйственных угодий привело к обеднению земель. Принятые в крае технологии возделывания сельскохозяйственных культур являются затратными по подготовке почвы, требуют внесения высоких норм минеральных удобрений и использования для борьбы с вредителями, болезнями и сорными растениями большого количества пестицидов. Многочисленные обработки почвы негативно действуют на физические и химические свойства почвы, что в свою очередь сказывается на развитии фаунистических сообществ. Ускоряются процессы трансформации азота, органического вещества и других важных элементов, происходит уплотнение почвенного покрова, усиливается выветривание и вымывание растворенных питательных веществ [1, 3].

Процессы почвообразования и оперативной перестройки почвы немислимы без почвенной фауны. Не имеющая живой фазы почва теряет плодородие, в ней не происходит биоокультуривания, она превращается в мертвый, почти стерильный субстрат. Избыточно мощные механические воздействия и нерациональное использование химических веществ в значительной степени способствуют уничтожению живой составляющей почвы. Высокое обилие, таксономическое разнообразие, чувствительность отдельных представителей поч-

венных беспозвоночные к изменениям различных факторов окружающей среды делают их важными индикаторами почвенных условий. С учетом современных технологий необходимо повышать и поддерживать плодородие почв, чтобы не допустить их деградации. Важно разрабатывать и применять такие способы, которые способствовали бы улучшению качества почв, сохранению биологического разнообразия почвенной фауны [2, 5].

Одним из приемов поддержания плодородия почвы и ее природного функционального состояния является разработка технологий создания сложных компостов и их применения в земледелии. Новизна данного приема заключается в создании вариативных сложных компостов на основе отходов сельского хозяйства, промышленности и быта. Важнейшими из отходов для создания сложных компостов являются сельскохозяйственные органические отходы (отходы жизнедеятельности животноводства и птицеводства, растительные остатки) и минеральные отходы химических производств, в первую очередь фосфогипс, обладающий уникальным химическим составом и структурой. При смешивании компонентов сложного компоста в определенных соотношениях, с учетом состояния почвы (реакция, структура, содержание азотных и фосфорных соединений и т. д.) в конкретных природно-климатических условиях (количество осадков, температурный режим и др.), происходит формирование качественно нового субстрата на основе сложных химических и физических превращений коллоидно-агрегатного состава с сохранением ценного азота, фосфора, кальция и серы, а также других важных элементов.

Попутно решаются проблемы накопления отходов, снижения их токсичности, предотвращается загрязнение почв, освобождаются ценные земельные территории.

Научно обоснованная технология создания и применения сложных компостов позволяет улучшить почвообразовательные процессы, повысить способность почвы к самовосстановлению благодаря созданию качественной среды и формированию новых экологических ниш для микроорганизмов и почвенной микро- и мезофауны, расширению их консортивных связей [4, 7].

Материалы и методы исследований. Научные исследования проводились в 2008–2012 гг. Полевой опыт был заложен весной 2008 г. на черноземе обыкновенном степной зоны Краснодарского края на базе хозяйства ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района. В севообороте культуры чередовались следующим образом: сахарная свекла (2008 г.) – озимая пшеница (2008–2009 гг.) – кукуруза на зерно (2010 г.) – озимая пшеница (2010–2011 гг.) – сахарная свекла (2012 г.). Опыт включал следующие варианты: 1) контроль ($N_{0,5}P_{0,4}$); 2) полуперепревший навоз КРС ($5,0 \text{ кг/м}^2$) + $N_{0,5}P_{0,4}$; 3) сложный компост ($6,5 \text{ кг/м}^2$) + $N_{0,5}P_{0,4}$. Доза NP приведена из расчета на опытную делянку. Площадь делянок составила по 50 м^2 в пятикратной повторности, расположение рендомизированное. Чередование культур определялось технологией их выращивания. Сложный компост и полуперепревший навоз КРС вносились один раз в пять лет, а минеральные удобрения ежегодно в соответствии со сроками и технологическими нормами.

Сложный компост включал в себя следующие компоненты: полуперепревший навоз КРС, фосфогипс, остатки от кормления животных и очистки зерна, послеуборочные растительные остатки сахарной свеклы, кукурузы, подсолнечника в соотношении 50:7:3:3:2:1:1 соответственно.

Для учета почвенной мезофауны применялись прямые методы, согласно которым производилась выкопка почвенных образцов на глубину 20 см и площадью $20 \times 20 \text{ см}$ и ручная разборка. Выявленных беспозвоночных помещали в фиксирующий раствор, состоящий из 40 % формалина, 70° спирта и дистиллированной воды. Фиксированный материал рассматривали в поле зрения микроскопа БИОМЕД–3.

Аналитические работы проводили в научно-исследовательских лабораториях кафедры общей биологии и экологии Кубанского ГАУ и ОАО «Заветы Ильича». Пробы почвы отбирались на глубину пахотного слоя (0–20 см). Анализ почвенных образцов для определения физических и агрохимических свойств осуществляли согласно принятым методикам. Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью компьютерной про-

граммы Microsoft Excel 2007. Достоверность полученных данных определялась с помощью критерия Стьюдента (t-критерия) на 5 % уровне значимости ($p=0,05$). Оценка тесноты связи между свойствами чернозема обыкновенного и численностью почвенной мезофауны осуществлялась с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмэна [6].

Результаты исследований. При проведении исследований таксономический состав почвенной мезофауны в полевом опыте включал в себя четыре класса: *Insecta* (насекомые), *Muriaroda* (многоножки), *Arachnida* (паукообразные), *Oligochaeta* (малощетинковые черви). Наибольшая численность почвенных беспозвоночных в первый год проведения полевого опыта была отмечена в варианте со сложным компостом и составила в среднем $387,4 \pm 12,8$ экз/м², тогда как на участке с навозом КРС – $280,0 \pm 11,8$, а на контроле – $216,6 \pm 10,2$ экз/м². На участке с использованием сложного компоста отмечалось доминирование представителей семейства энхитреиды (*Enchytraeidae*), где их численность в среднем составила $196,6 \pm 3,6$ экз/м² (таблица 1).

Таблица 1 – Состав почвенной мезофауны (экз/м²) в полевом опыте

Варианты опыта	<i>Japygidae</i> <i>i</i>	<i>Campodeida</i> <i>e i</i>	<i>Carabidae</i> <i>e l</i>	<i>Elat-erida</i> <i>e l</i>	<i>Te-nebri-onidae</i> <i>l</i>	<i>Scara-bae-idae</i> <i>l</i>	<i>Scara-bae-idae</i> <i>i</i>	<i>Staph-ylini-idae</i> <i>i</i>	<i>Dip-tera</i> <i>l</i>	<i>Li-moni-idae</i> <i>l</i>	<i>Bibi-oni-idae</i> <i>l</i>	<i>Doli-chopodi-idae</i> <i>l</i>	<i>Ara-ne-ae</i>	<i>Ge-ophilo-morpha</i>	<i>Litho-bio-morpha</i>	<i>Juli-dae</i>	<i>Lum-bri-ci-dae</i>	<i>En-chytra-eidae</i>
Сахарная свекла (2008 г.)																		
Контроль (NP)	10,7	-	10,3	5,7	9,5	-	-	10,3	4,9	-	5,2	-	-	1,7	2,6	8,3	24,1	123,28
Навоз КРС+NP	12,4	-	13,4	7,2	-	4,5	-	16,8	5,7	-	8,3	10,3	5,7	3,6	4,5	10,3	26,7	150,6
Сложный компост + NP	19,4	-	25,9	6,8	-	5,2	-	25,9	6,3	-	14,7	19,3	5,2	10,4	6,8	14,7	30,2	196,6
Озимая пшеница (2009 г.)																		
Контроль (NP)	-	-	25,9	7,1	-	-	8,9	14,1	25,9	18,2	-	-	9,8	-	-	12,3	15,6	34,1
Навоз КРС+NP	-	-	20,8	7,4	-	-	-	18,6	19,4	14,2	-	-	-	2,9	3,5	15,7	23,2	56,8
Сложный компост + NP	-	-	26,9	6,5	-	-	-	26,2	12,4	16,1	-	-	-	6,5	5,9	35,2	49,1	83,9
Кукуруза на зерно (2010 г.)																		
Контроль (NP)	4,8	9,7	-	1,8	-	2,7	-	11,5	19,0	-	-	-	18,4	12,0	-	10,4	9,7	31,4
Навоз КРС+NP	5,8	10,5	-	6,7	-	4,6	-	14,7	22,3	-	-	-	10,5	14,7	-	16,7	22,3	49,2
Сложный компост + NP	6,9	9,5	-	4,3	-	7,4	5,2	29,7	12,9	-	-	-	8,6	23,3	-	26,5	31,0	95,3
Озимая пшеница (2011 г.)																		
Контроль (NP)	-	-	32,8	3,5	-	-	2,3	19,5	2,3	2,2	10,5	-	7,3	-	-	6,8	21,8	54,1
Навоз КРС+NP	-	-	34,6	5,7	-	-	4,3	23,7	4,3	9,2	16,4	-	5,7	6,5	2,6	12,7	36,3	63,7
Сложный компост + NP	-	-	25,3	6,1	-	-	7,6	31,6	6,1	-	28,4	-	8,6	13,2	5,1	22,6	56,2	83,9
Сахарная свекла (2012 г.)																		
Контроль (NP)	-	16,1	4,6	7,4	8,3	-	4,8	10,3	15,2	-	-	2,8	-	10,3	-	10,5	23,6	36,4
Навоз КРС+NP	-	16,9	8,7	9,3	-	-	6,7	12,5	19,4	4,6	-	-	-	12,5	-	15,8	30,4	56,8
Сложный компост + NP	-	15,2	10,3	7,5	-	-	5,3	18,2	17,3	-	-	-	-	15,6	-	26,9	57,3	74,1

Примечание: NP – минеральные удобрения; *p* – куколка; *i* – имаго; *l* – личинка

В последующем при смене сельскохозяйственных культур согласно схеме севооборота наблюдались некоторые изменения в составе и численности представителей почвенной мезофауны.

Осенью 2008 г. после уборки сахарной свеклы была высеяна озимая пшеница. На участке, где вносился сложный компост, наблюдалось увеличение численности ряда представителей почвенной мезофауны. В результате исследований в 2009 г. на посевах озимой

пшеницы было установлено преобладание таких семейств, как дождевые черви (*Lumbricidae*), энхитреиды (*Enchytraeidae*), кивсяки (*Julidae*), которые были особенно хорошо представлены на участке со сложным компостом.

Исследования 2010–2012 гг. показали, что действие сложного компоста на состав почвенной мезофауны проявляется не только в первый год его внесения в почву, но и в последствии.

В 2010 году на посевах кукурузы по предшественнику озимая пшеница на участке со сложным компостом также отмечалось нарастание общей численности почвенной мезофауны в основном за счет некоторых отдельных ее групп (*Enchytraeidae*, *Lumbricidae*, *Julidae*).

В посевах озимой пшеницы по кукурузе на четвертый год проведения исследований на участке со сложным компостом были выделены в большем количестве представители класса многоножки (*Myriapoda*) – кивсяки настоящие (*Julidae*), геофилы (*Geophilomorpha*) и класса малощетинковые черви (*Oligochaeta*) – дождевые черви (*Lumbricidae*) и энхитреиды (*Enchytraeidae*).

На пятый год после внесения сложного компоста на посевах сахарной свеклы по озимой пшенице тенденция увеличения численности дождевых червей (*Lumbricidae*) и энхитреид (*Enchytraeidae*) сохранилась. Также при использовании сложного компоста возросло количество жуужелиц (*Carabaeidae*) и коротконогид (*Staphylinidae*).

Увеличение численности дождевых червей и энхитреид на участке со сложным компостом может быть связано с более выровненным поступлением органических веществ из различных отходов: полуперепревшего навоза КРС, послеуборочных растительных остатков кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы, остатков очистки зерна и кормления сельскохозяйственных животных, в результате чего создаются благоприятные условия для их развития [9, 12].

Рост численности кивсяков может быть связан с тем, что при использовании фосфогипса в составе сложного компоста в почве происходит увеличение содержания кальция и улучшается влагоемкость почвы, а кивсяки являются кальцефильной группой [8, 11].

Влияние сложного компоста на развитие почвенной фауны чернозема обыкновенного хорошо прослеживается через изменение ряда физических свойств почвы (агрегатный состав, плотность, пористость почвы, водно-физические свойства).

В ходе проведения полевого опыта было выявлено благоприятное влияние сложного компоста на физические характеристики почвы. С внесением компоста происходило увеличение содержания мелкодисперсных фракций, способствующих образованию макро- и микроагрегатов в среднем на 8–10 %. Использование сложного компоста способствовало улучшению почвенной структуры чернозема обыкновенного. Количество агрономически ценных агрегатов при внесении в почву сложного компоста на фоне минеральных удобрений увеличилось до $57,44 \pm 1,16$ %. На контроле доля агрономически ценных агрегатов составила $48,49 \pm 2,28$ %, а коэффициент структурности $1,62 \pm 0,06$.

В производственном опыте при внесении в почву сложного компоста доля агрегатов, формирующих благоприятную почвенную структуру, возросла. Во всех вариантах с внесением сложного компоста коэффициент структурности оказался в среднем на 15 % выше, чем на контроле. Механизм структурообразования при внесении сложного компоста определяется формированием органоминеральных комплексов через взаимодействие органических и минеральных веществ [10, 15].

При использовании сложного компоста на черноземе обыкновенном в полевом опыте снижение плотности почвы и увеличение общей пористости отмечалось в течение пяти лет. В полевом опыте в различные годы были получены данные, подтверждающие положительное влияние сложного компоста на плотность почвы. Наименьшие показатели плотности были отмечены в варианте со сложным компостом ($1,11$ – $1,16$ г/см³). На контроле и в варианте с полуперепревшим навозом КРС показатели плотности оказались выше и составили $1,18$ – $1,20$ г/см³ и $1,22$ – $1,25$ г/см³ соответственно (таблица 2).

Механизм снижения плотности почвы и увеличения ее пористости при внесении сложного компоста в первую очередь происходит благодаря его стуктуруобразующему действию. Сочетание органических (полуперепревший навоз КРС, послеуборочные растительные остатки сельскохозяйственных культур, отходы кормления животных) и минеральных частей (фосфогипс) сложного компоста при внесении в почву способствует улучшению ее аэрации и более экономному расходованию влаги [13].

Таблица 2 - Плотность и общая пористость почвы полевого опыта

Показатель	Вариант	Год исследования				
		2008	2009	2010	2011	2012
Плотность поч- вы, г/см ³	1	1,25 ± 0,05	1,23 ± 0,04	1,24 ± 0,03	1,22 ± 0,02	1,23 ± 0,02
	2	1,20 ± 0,03	1,19 ± 0,02	1,18 ± 0,02	1,20 ± 0,02	1,18 ± 0,02
	3	1,11 ± 0,04	1,13 ± 0,04	1,12 ± 0,01	1,15 ± 0,02	1,16 ± 0,01
Общая пористость, %	1	47,26 ± 1,74	48,96 ± 1,96	45,85 ± 1,94	47,41 ± 1,08	47,88 ± 1,10
	2	47,98 ± 1,76	48,54 ± 1,88	48,69 ± 1,95	47,85 ± 1,13	48,02 ± 1,22
	3	50,32 ± 1,80	50,00 ± 2,01	50,66 ± 1,99	49,34 ± 1,15	49,79 ± 1,94
Полевая влаж- ность, %	1	29,52 ± 0,48	22,85 ± 0,31	25,36 ± 0,44	24,18 ± 0,58	23,17 ± 0,42
	2	30,21 ± 0,56	22,98 ± 0,42	26,75 ± 0,52	25,47 ± 0,64	24,31 ± 0,53
	3	32,25 ± 0,48	25,18 ± 0,35	28,46 ± 0,30	27,34 ± 0,69	29,15 ± 0,74

Примечание: вариант 1 – контроль (NP); вариант 2 – навоз КРС +NP; вариант 3 – сложный компост +NP.

В полевом опыте содержание почвенной влаги на участке со сложным компостом увеличилось в среднем на 10–12 % по сравнению с контролем. Установлено, что при использовании сложного компоста в течение 4–5 лет в почве наблюдается повышение полной влагоемкости. Результаты проведенных исследований показали, что при использовании сложного компоста в почве происходит увеличение содержания органического вещества как в первый год его внесения, так и в последствии. Содержание органического вещества в первый год использования сложного компоста изменяется незначительно, однако его минерализация существенно снижается.

В полевом опыте было отмечено, что в контрольном варианте на второй год проведения исследований содержание органического вещества в почве составило $3,67 \pm 0,06$ %, в варианте с полуперепревшим навозом КРС $3,84 \pm 0,08$ %, а с внесением сложного компоста увеличилось до $4,22 \pm 0,09$ %. По результатам полевого опыта было отмечено влияние сложного компоста на другие важные агрохимические показатели чернозема обыкновенного (таблица 3).

Таблица 3 – Агрохимические показатели чернозема обыкновенного

Год	Вариант	N _{общ} , %	P ₂ O ₅ , мг/кг	CaO, %	SO ₄ ²⁻ , %
2008	Контроль (NP)	0,20±0,01	28,50±1,68	0,15±0,01	0,08±0,01
	Навоз КРС+NP	0,22±0,01	29,64±1,74	0,22±0,01	0,09±0,01
	Сложный компост + NP	0,31±0,01	32,40±2,40	0,32±0,01	0,15±0,01
2009	Контроль (NP)	0,17±0,01	30,75±1,73	0,21±0,01	0,09±0,01
	Навоз КРС+NP	0,21±0,01	32,45±1,85	0,23±0,01	0,09±0,01
	Сложный компост + NP	0,30±0,01	39,75±1,92	0,29±0,01	0,16±0,01
2010	Контроль (NP)	0,18±0,01	26,09±0,13	0,11±0,01	0,07±0,01
	Навоз КРС+NP	0,20±0,01	28,65±0,15	0,17±0,01	0,08±0,01
	Сложный компост + NP	0,26±0,01	30,90±0,23	0,24±0,03	0,12±0,01
2011	Контроль (NP)	0,22±0,01	20,11±0,43	0,18±0,01	0,10±0,01
	Навоз КРС+NP	0,24±0,01	24,36±0,65	0,19±0,01	0,12±0,01
	Сложный компост + NP	0,35±0,01	31,87±0,47	0,26±0,01	0,15±0,01
2012	Контроль (NP)	0,24±0,01	20,95±0,39	0,16±0,01	0,06±0,01
	Навоз КРС+NP	0,26±0,01	25,36±0,45	0,18±0,01	0,07±0,01
	Сложный компост + NP	0,39±0,01	32,30±0,84	0,27±0,01	0,11±0,01

При внесении сложного компоста в почве существенно повышается содержание общего азота по сравнению с контролем, что вызвано консервацией этого элемента в аммонийной форме.

В полевом опыте установлено, что содержание подвижного фосфора в почве с внесением сложного компоста повысилось в среднем на 15–20 %. Важно отметить, что при внесении сложного компоста в верхний слой почвы (0–20 см) с фосфогипсом попадает 0,125 т/га фосфора.

В полевом опыте при использовании сложного компоста было отмечено увеличение содержания кальция, что, скорее всего, обусловлено поступлением данного элемента с фосфогипсом (содержание кальция в составе фосфогипса свыше 20 %). Содержание подвижной серы при внесении в почву сложного компоста существенно увеличилось в сравнении с контролем и вариантом с полуперепревшим навозом КРС.

Результаты исследования кислотности почвы в полевом опыте показали, что в целом уровень рН колеблется от нейтральной (рН $6,75 \pm 0,14$) до слабощелочной (рН $7,94 \pm 0,09$). При внесении в почву сложного компоста происходит изменение реакции ее среды в сторону нейтральной рН. На участках, где вносили сложный компост, как в год использования, так и в последующие годы, наблюдалось варьирование показателя рН от $6,75 \pm 0,07$ до $7,10 \pm 0,10$. На контроле данный показатель в среднем составил $7,85 \pm 0,08$, а в варианте с полуперепревшим навозом КРС – $8,12 \pm 0,11$.

В результате статистической обработки данных, полученных в ходе исследований, был выполнен корреляционный анализ (рассчитаны коэффициенты ранговой корреляции Спирмэна (r_s) для 5 % уровня значимости, $p=0,05$), подтверждающий влияние некоторых почвенных показателей на численность беспозвоночных.

Зависимость некоторых представителей почвенной мезофауны от физических и химических свойств почвы прослеживается достаточно четко. Достоверные положительные корреляции были установлены между численностью дождевых червей (*Lumbricidae*), плотностью ($r_s=0,54$) и влажностью почвы ($r_s=0,47$), содержанием органического вещества ($r_s=0,68$), общего азота ($r_s=0,45$). Для энхитреид (*Enchytraeidae*) важное значение имеет пористость почвы ($r_s=0,48$) и содержание органического вещества ($r_s=0,59$). Представители семейства кивсяки (*Julidae*) в большей степени связаны достоверными корреляционными связями с содержанием в почве кальция ($r_s=0,64$). Полученные корреляции также были отмечены в работах многих авторов [14].

Учитывая большое значение почвенной биоты для плодородия почвы и поддержания благоприятного состояния окружающей среды, целесообразно использовать сложный компост в системе земледелия. Повышение органического фона способствует активизации биологических процессов в почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Труды КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 31. – С. 152–153.
2. Белюченко И. С. Использование отходов быта и производства для создания сложных компостов с целью повышения плодородия почв / И. С. Белюченко // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 38. – С. 68–72.
3. Белюченко И. С. Влияние сложных компостов на свойства почвы и формирование почвенной биоты / И. С. Белюченко, Ю. Ю. Никифорова // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 4. – С. 3–50.
4. Белюченко И. С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 97. – С. 203–223.
5. Мельник О. А. Содержание органического вещества и некоторые аспекты его трансформации в почвах агроландшафта : автореф. дис... канд. биол. наук / О. А. Мельник. – Краснодар, 2007. – 26 с.

6. Мельник О. А. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на продуктивность растений и качество их урожая / О. А. Мельник, Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 30–33.
7. Мельник О. А. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве комплексных мелиорантов чернозема обыкновенного / О. А. Мельник, Ю. Ю. Петух, Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 3. – С. 41–46.
8. Никифорова Ю. Ю. Состав почвенной мезофауны в черноземе обыкновенном при внесении сложного компоста / Ю. Ю. Никифорова // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2013. – Т. 9. – № 2. – С. 30–39.
9. Петух Ю. Ю. Влияние фосфогипса на динамику почвенной фауны в полях севооборота / Ю. Ю. Петух // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 61–66.
10. Петух Ю. Ю. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в зерновом севообороте / Ю. Ю. Петух // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : материалы науч. конф. Краснодар : КубГАУ, 2009. – С. 194–198.
11. Влияние фосфогипса на состав почвенной мезофауны в посевах озимой пшеницы / Ю. Ю. Петух, В. В. Гукалов // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2009. – Т. 5. – № 2. – С. 66–69.
12. Петух Ю. Ю. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на состав почвенной мезофауны в посевах кукурузы / Ю. Ю. Петух // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 34–37.
13. Петух Ю. Ю. Комплексное использование отходов промышленности и сельского хозяйства для улучшения свойств почвы / Ю. Ю. Петух // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12 (131). – С. 417–418.
14. Петух Ю. Ю. Почвенная биота чернозема обыкновенного при использовании органоминерального компоста / Ю. Ю. Петух // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 21–26.
15. Славгородская Д. А. Влияние органоминерального компоста на агрофизические свойства чернозема обыкновенного в посевах кукурузы / Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 42–48.

СЕКЦИЯ 2

НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ (СОЗ) И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (ТМ) НА АГРОЛАНДШАФТЫ

УДК 502.504

ПОЛИХЛОРИРОВАННЫЕ БИФЕНИЛЫ (ПХБ) В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Гаджиева Севиндж Рафик кызы – доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой экологической химии Бакинского государственного университета, *Азербайджан*, Баку, *s.hajiyeva-bsu@mail.ru*

Алиева Тарана Ибрагим кызы – кандидат химических наук, доцент, Бакинский государственный университет, *Азербайджан*, Баку, *tarana_chem@mail.ru*

В последние 30 лет повышенное внимание уделяется анализу группы стойких органических загрязнителей (СОЗ), которые воздействуют на среду обитания при чрезвычайно низком уровне концентрации (нижний предел обнаружения 10^{-8} – 10^{-13} %). Многие из них были известны уже давно и широко использовались в промышленности и сельском хозяйстве большинства стран.

Ключевые слова: полихлорированные бифенилы, полихлорированные дибензо-*p*-диоксины, полихлорированные дибензофураны, алдрин, диэлдрин, дихлор-дифенил-трихлорэтан, эндрин, хлордан, гексахлорбензол, мирекс, токсафен и гептахлор

POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCB) IN THE ENVIRONMENT

Hajiyeva S. R., Aliyeva T. I. ,

Over the past 30 years, increased attention has been paid to the analysis of the group of persistent organic pollutants (POPs), which affect the environment at an extremely low level (the lower limit of detection is 10⁻⁸–10⁻¹³ %). Many of them have been known for a long time and were widely used in industry and agriculture in most countries.

Keywords: polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, aldrin, dieldrin, dichloro-diphenyl-trichloroethane, endrin, chlordane, hexachlorobenzene, mirex, toxaphene and heptachlor

Полихлорированные бифенилы относятся к классу хлорорганических соединений и обладают рядом специфических признаков:

- биоконцентрирование (или биоаккумуляция) – за счет того, что растворимость в воде низкая и высокая в жирах и липидах;
- глобальная распространенность за счет способности переноситься на большие расстояния;
- чрезвычайная стойкость к физическим, химическим и биологическим изменениям;
- способность оказывать токсическое воздействие на организмы в крайне малых дозах.

В настоящее время UNEP (United Nations Environmental Project) особо выделяет группу из 12 соединений и групп соединений, на которые следует обращать первоочередное внимание при экологических исследованиях. Эта так называемая «грязная дюжина» включает в себя следующие вещества: полихлорированные бифенилы (ПХБ), полихлорированные дибензо-*p*-диоксины (ПХДД), полихлорированные дибензофураны (ПХДФ), алдрин, диэлдрин, дихлор-дифенил-трихлорэтан (ДДТ), эндрин, хлордан, гексахлорбензол (ГХБ), мирекс, токсафен и гептахлор [1, 2]. Этот список был составлен в результате большого количества международных консультаций и форумов. Главным итогом этой работы стало принятие и подписание 23 мая 2002 года в Стокгольме Глобальной международной конвенции о запрещении СОЗ, к которой присоединился и Азербайджан. Стокгольмская Конвенция содержит целый ряд предложений и мероприятий по изучению воздействия СОЗов на здоровье человека, животных, растения, изучению путей распространения этих веществ, а также запрещение их производства и использования. Частью этой программы является кон-

цепция эколого-аналитического контроля, которая предполагает осуществление исследований по выявлению и оценке источников загрязнения, определение уровней загрязнения природных и пищевых объектов СОЗов в результате антропогенного воздействия (прямого, косвенного или катастрофического) на окружающую среду и человека.

Среди СОЗов ПХБ являются одними из самых распространенных. Они массово производились и использовались, начиная с 1929 г. С тех пор и до прекращения их промышленного выпуска в 1986 г. в мире было произведено около 2 млн т ПХБ. Характер и динамика распределения ПХБ в окружающей среде во многом определяются их физическими свойствами, такими как химическая инертность, достаточно высокая плотность паров и способность сорбироваться на частицах. Несмотря на постепенное сокращение применения ПХБ в хозяйственной деятельности, они продолжают загрязнять окружающую среду, и в настоящее время эти токсичные продукты, распространившиеся по всему Земному шару, присутствуют в организме каждого из нас [3, 4, 5]. По мере включения ПХБ в биологические пищевые цепи происходит прогрессивная потеря низкохлорированных компонентов благодаря их селективной биотрансформации. Поэтому в организмах человека и животных накапливаются наиболее опасные высокохлорированные ПХБ [3].

По данным Всемирной организации здравоохранения [1], основными путями поступления ПХБ в окружающую среду являются следующие:

- испарения из пластификаторов;
- выделение при сжигании бытовых и промышленных отходов, а также при возгорании трансформаторов, конденсаторов и другого промышленного оборудования, в котором используются ПХБ;
- утечки с другими промышленными отходами; вывоз ПХБ на свалки и поля аэрации;
- другие неконтролируемые пути.

В объектах окружающей среды – в воздухе, донных отложениях, почве, растительных материалах – обычно обнаруживается до 100 индивидуальных ПХБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Протокол № 2. Полихлорированные бифенилы и трифенилы. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения. – Женева, 1980.
2. Занавескин Л. Н. Успехи химии / Л. Н. Занавескин, В. А. Аверьянов. – М., 1998. – 67 (8). – С. 788–800.
3. Клюев Н. А. Определение полихлорированных бифенилов в окружающей среде и биоте. Полихлорированные бифенилы. Супертоксиканты XXI века / Н. А. Клюев, Е. С. Бродский // Инф. выпуск № 5 ВИНТИ. – М., 2000. – С. 31–63.
4. Юфит С. С. Яды вокруг нас: Вызов человечеству / С. С. Юфит. – М. : Классик стиль, 2002 (ГУП Саратов. полиграф. комб.). – 366 с.
5. Boyle R. H., Hignland J. H. // Environment, 1979, 21(5). – P. 6–8.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛЕНОМ НА ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ АРИДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮГА РОССИИ

Дауд Рама Мухаммада, *Tishreen University, Latakia, Syria*, E-mail: <http://www.tishreen.edu.sy> - E-mail: eng.agriculture@tishreen.edu.sy, аспирант, Академия биологии и биотехнологий им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета, Россия, 344090, Ростов-на-Дону, Стачки, 194/1, kolesnikov@sfedu.ru

Кузина Анна Андреевна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, Академия биологии и биотехнологий им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета, Россия, 344090, Ростов-на-Дону, Стачки, 194/1, kolesnikov@sfedu.ru

Колесников Сергей Ильич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой экологии и природопользования, Академия биологии и биотехнологий им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета, Россия, 344090, Ростов-на-Дону, Стачки, 194/1, kolesnikov@sfedu.ru

В работе дана оценка устойчивости почв аридных экосистем Юга России к загрязнению селеном по показателям фитотоксичности. При загрязнении почв аридных экосистем Юга России селеном, как правило, наблюдалось снижение интенсивности прорастания редиса. Степень снижения зависела от концентрации загрязняющего вещества в почве.

Ключевые слова: загрязнение, селен, почвы, устойчивость, фитотоксичность.

INFLUENCE OF POLLUTION BY SELENIUM ON PHYTOTOXICITY OF SOILS OF ARIDNY ECOSYSTEMS OF SOUTHERN OF RUSSIA

Daoud R. M., Kuzina A. A., Kolesnikov S. I.

The work assessed the soil resistance of arid ecosystems of the South of Russia to pollution by selenium in terms of phytotoxicity. When soil contaminated arid ecosystems of southern Russia with selenium, as a rule, a decrease in radish germination intensity was observed. The degree of reduction depended on the concentration of the pollutant in the soil.

Key words: pollution, selenium, soils, resistance, phytotoxicity.

Селен широко распространен в природе и является микроэлементом. В зависимости от концентрации в почве селен может оказывать как токсическое, так и стимулирующее воздействие на растения и почвенную биоту. Среднее содержание селена в почвах составляет 0,4 мг/кг [5]. Загрязнение селена тесно связано с антропогенными видами деятельности, такими как добыча полезных ископаемых, сжигание угля, производство инсектицидов, нефтепереработка, производство фотоэлементов и стекла [7].

На Юге России встречается загрязнение аридных почв не только тяжелыми металлами (кадмием, цинком, свинцом), но и селеном [3]. Однако экологические последствия селенового загрязнения для этих почв не изучены. При этом аридные почвы на Юге России используются в растениеводстве (каштановые почвы) и под пастбища (бурые полупустынные почвы). Кроме того, аридные экосистемы играют важную роль в поддержании биологического разнообразия и устойчивости биосферы [1, 7, 4, 6].

Цель работы – исследовать влияние загрязнения селеном на фитотоксичность почв аридных экосистем Юга России.

Загрязнение селена моделировали в лабораторных условиях [1]. Для модельных опытов были отобраны следующие почвы: темно-каштановая, каштановая, светло-каштановая, бурая полупустынная, песчаная бурая полупустынная и чернозем обыкновенный для сравнения. Использовали верхний слой почвы 0–10 см, т. к. в непахотных почвах основное количество загрязняющих веществ накапливается именно в этом слое [8]. Селен вносили в почву в форме оксида SeO₂. Во-первых, значительная доля селена поступает в почву именно в форме оксида; во-вторых, использование оксида позволяет исключить воздействие на свойства почвы сопутствующего аниона, как это происходит при внесении солей металлов. Селен вносили в почву в количестве 1, 10, 100 ПДК, что составляет 10, 100 и 1000 мг/кг соответственно. Почву инкубировали в вегетационных сосудах при комнатной температуре

(20–22 °С) и оптимальном увлажнении (60 % от полевой влагоемкости) в трехкратной повторности. Состояние почв определяли через 30 сут после загрязнения. При оценке химического воздействия на биологическое состояние почвы этот срок является наиболее информативным [2]. О фитотоксичности почв судили по длине корней редиса через 7 сут после загрязнения.

В результате биотестирования установлено, что загрязнение почвы аридных экосистем Юга России селеном ведет к снижению показателей фитотоксичности, в частности длины корней (рисунок). Степень снижения устойчивости к селену зависела от его концентрации в почве. Стимулирующего действия селена на длину корней редиса зафиксировано не было. Как правило, наблюдали снижение исследуемого показателя почвы с увеличением количества загрязняющего вещества в почве. Стоит отметить, что при концентрации селена 100 ПДК прорастание семян редиса нами не выявлено.

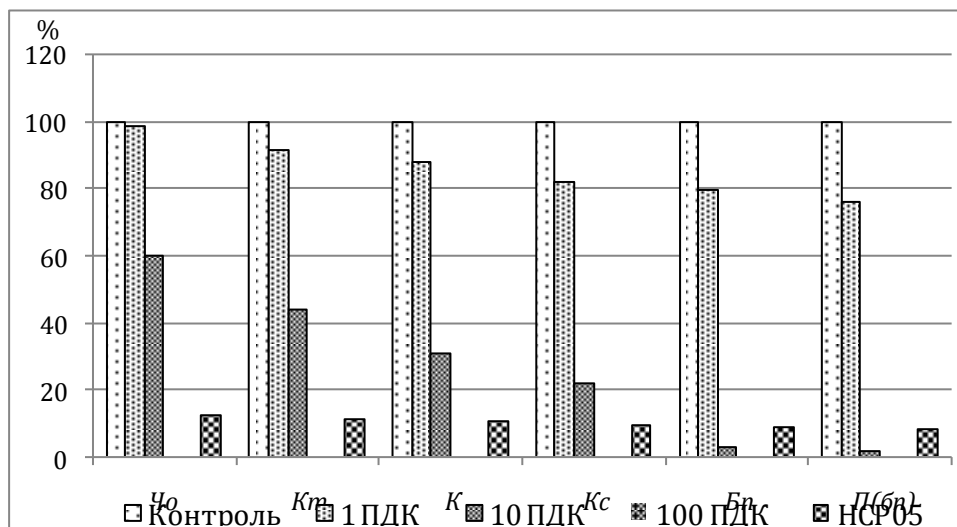


Рисунок – Влияние загрязнения селеном на фитотоксичность (длину корней редиса на почвах аридных экосистем Юга России, % от контроля):
 Чо – чернозем обыкновенный, Кт – темно-каштановая, К – каштановая,
 Кс – светло-каштановая, Бп – Бурая полупустынная, П(бп) –песчаная бурая полупустынная

Почвы аридных экосистем Юга России образуют следующий ряд по степени устойчивости показателей прорастания семян по длине корней при загрязнении селеном: черноземы обыкновенные > темно-каштановые почвы ≥ каштановые почвы ≥ светло-каштановые почвы > бурые полупустынные почвы ≥ песчаные почвы. Такая последовательность определяется эколого-генетическими свойствами исследованных почв, прежде всего гранулометрическим составом, а также реакцией среды и содержанием органического вещества. Чем тяжелее гранулометрический состав, выше рН и больше органического вещества, тем сильнее селен связывается почвой и меньше проявляет токсичность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников С. И. Сопоставление результатов лабораторного и полевого моделирования химического загрязнения почв / С. И. Колесников, М. Г. Жаркова, И. В. Кутузова, К. Ш. Казеев // *Агрохимия*. – 2013. – № 5. – С. 86–94.
2. Колесников С. И. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков // *Экология*. – 2000. – № 3. – С. 193–201.
3. Отчет о научно-производственной деятельности за 2016 год ФГБУ «ГЦАС «Астраханский»: отчет НИР. – Астрахань : ФГБУ «ГЦАС «Астраханский», 2016.
4. Davidson N. C. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area / N. C. Davidson // *Mar. Freshw. Res.* – 2014. – 65. – P. 934–941.

5. Fordyce F. Selenium deficiency and toxicity in the environment. In: Selinus O, editor. Essentials of medical geology / F. Fordyce // Impacts of the natural environment on public health Amsterdam: Elsevier; 2005.
6. Greed I. F. Enhancing protection for vulnerable waters / I. F. Greed, C. R. Lane, J. N. Seran, L. C. Alexander, D. L. McLaughlin, H. Raanan-Kiperwas, M. C. Rains, K. C. Rains, L. Smith // Nat. Geosci. – 2017. – 10 (11). – P. 809–815.
7. He Y. Selenium contamination, consequences and remediation techniques in water and soils: A review / Y. He, Y. Xianga, Y. Zhoua, Y. Yanga, J. Zhanga, H. Huanga, C. Shanga, L. Luo, J. Gao, L. Tang // Environmental Research 164 (2018). – 288–301.
8. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. – 4th Edition / A. Kabata-Pendias // Boca Raton, FL: Crc Press. – 2010. – 548 p.
9. Kingsford R. T. Wetlands: conservation's poor cousins / R. T. Kingsford, A. Basset, L. Jackson // Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst. – 2016. – 26. – P. 892–916.
10. Menéndez-Serra M. Microbial composition, potential functional roles and genetic novelty in gypsum-rich and hypersaline soils of Monegros and Gallocanta (Spain) / M. Menéndez-Serra, X. Triadó-Margarit, C. Castañeda, J. Herrero, O. E. Casamayor // Science of the Total Environment. 2019. – Vol. 650. – № 1. – P. 343–353.

УДК 447.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕСТИЦИДОВ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЛАНДШАФТОВ АЗЕРБАЙДЖАНА

Кейсерухская Фатима Шамилевна, кандидат биологических наук, доцент, Институт микробиологии НАН Азербайджана, *Азербайджан, Баку, keyseruxskaya@list.ru*

Наджафова Самира Имамяровна, доктор биологических наук, Институт микробиологии НАН Азербайджана, *Азербайджан, Баку, nadjafovas@yahoo.com*

Агаева Конуль Тофиковна, докторант БГУ, *Азербайджан, Азербайджан, Баку, akt13@mail.ru*

Азербайджан по удельному расходу ядохимикатов на каждый гектар орошаемых земель занимал одно из ведущих мест в бывшем Союзе. За годы развития хлопководства и виноградарства с целью защиты урожая было применено огромное количество пестицидов. Почвы аридных зон страны являются наиболее загрязненными пестицидами по сравнению с почвенным покровом предгорных и горных ландшафтов. Необходимо проведение комплексных исследований в области изучения и районирования почвенного покрова страны всех ландшафтных биоклиматических зон по скорости самоочищения от ядохимикатов с целью установления ПДК для всех классов почв.

Ключевые слова: почвы; пестициды; сельскохозяйственные культуры; загрязнение; самоочищение; ранжирование.

PESTICIDE USE AND THEIR ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES FOR LANDSCAPES OF AZERBAIJAN

Keyserukhska F. Sh., Nadjafova S. I., Agayeva K. T.

Azerbaijan, according to the specific consumption of pesticides per hectare of irrigated land, occupied one of the leading places in the former Soviet Union. Over the years, the development of cotton growing and viticulture in order to protect the crop was used a huge amount of pesticides. The soils of the arid zones of the country are the most polluted by pesticides in comparison with the soil cover of the foothill and mountain landscapes. It is necessary to conduct comprehensive studies in the field of studying and zoning the soil cover of the country of all landscape bioclimatic zones on the rate of self-purification from toxic chemicals in order to establish the MAC for all classes of soil.

Keywords: soil; pesticides; agricultural cultures; pollution; self-cleaning; ranging.

Бурный рост промышленности и энергетики, индустриализация сельского хозяйства привели к повсеместному загрязнению природной среды, вследствие чего появилась допол-

нительная нагрузка на биосферу и появилась проблема экологического нормирования загрязнений и выявления устойчивости ландшафтов к загрязнениям. Интенсификация современного сельского хозяйства предполагает использование большого числа химических веществ для повышения урожайности сельскохозяйственных культур – минеральных удобрений, пестицидов, химических мелиорантов, ингибиторов нитрификации.

Пестициды представляют собой химические соединения, предназначенные для борьбы с вредителями и возбудителями болезней растений, растительного сырья, пищевых продуктов и сорняками т. п. Большинство из пестицидов относятся к органическим веществам с различной растворимостью в воде и с малым молекулярным весом, которые получают синтетическим путем: фосфорорганические, хлорорганические, триазины, производные карбаминной кислоты и мочевины. Видовой состав пестицидов непрерывно обновляется и совершенствуется.

Основная опасность пестицидов заключается в том, что они включаются в биологический круговорот. По пищевым цепям они могут доходить до высших организмов, в том числе человека, концентрируясь в каждом из звеньев. Токсичность пестицидов установлена для всех живых организмов. Наиболее токсичны пестициды фосфорорганических и хлорорганической групп, производные фенола, а также органические соединения меди, ртути. В то же время необходимо признать, что современное сельское хозяйство не может обойтись без широкого использования пестицидов, поэтому необходимо развитие исследований, которые предотвращали бы негативные изменения в природных биоценозах и обеспечивали равновесие в биосфере.

Почвенно-климатические условия в Азербайджане являются благоприятными для развития вредителей и различных болезней сельскохозяйственных растений. Согласно имеющимся данным, в целом по стране ядохимикатами обрабатывается более 840 тыс. га, в том числе гербицидами – порядка 400 тыс. га [3]. К наиболее экотоксикологическому региону относится юго-восточная часть Кура-Аразской низменности – Мугано-Сальянский массив, где в почвах содержание ядохимикатов составило по данным 1991 г. – 0,94 мг/кг, причем ДДТ в 9 раз превышало ПДК. Грубое нарушение правил хранения, применения и транспортировки, а также отсталая технология орошения и промывки почв привели к тому, что значительное количество пестицидов, вымываясь, попадало в реки и дренажные коллекторы, а оттуда – в море.

В таблице 1 представлены данные об использовании пестицидов в Азербайджане в предшествующие годы.

Таблица 1 – Суммарное использование пестицидов в Азерб. Респуб. за 1991–2005 гг. [1]

Годы	Ассортимент применяемых пестицидов	Примененное количество пестицидов, т
1991	73	31,6
1992	70	33,5
1995	70	5,4
1996	70	2,2
1997	70	0,938
1998	70	0,676
1999	70	0,420
2000	70	0,553
2001	79	36,5
2003	70	38,4
2005	78	34,3

Из-за длительного применения пестицидов в хлопководстве Азербайджана в советский период наблюдалось их накопление в почве и водных средах. К тому же пестициды легко мигрируют. Они обнаружены во многих артезианских скважинах на глубине до 80 м, а в арыках содержание гексахлорана в 2–3, в некоторых пробах в десятки раз превышала допустимую норму [5]. Были установлены отдельные факты массового отравления скота

пестицидом «карате» в результате поедания трав в одном из сельских районов Азербайджана, где широко использовались пестициды [4].

В связи с этим представляется очень актуальной и насущной проблема загрязнения почв в стране пестицидами. Одним из путей решения проблемы может являться научно обоснованное нормирование внесения в почву пестицидов с учетом их химической природы, которое и определяет их время остаточного пребывания в почвенной среде после выполнения своих основных функций. Это может быть сделано при проведении комплексных исследований в области изучения и районирования почвенного покрова страны по скорости самоочищения от ядохимикатов.

Актуальность данной проблемы в том, что в стране имеются 9 из 11 мировых биоклиматических зон. Достаточно отметить, что территория страны характеризуется многообразием – сложностью сочетания природных и антропогенно эволюционных ландшафтов, где вертикальная зональность почвенного покрова своеобразно сочетается с антропогенным почвообразованием. В настоящее время в Азербайджане почвы сгруппированы по шести биоклиматическим ландшафтным зонам, каждая из которых характеризуется эколого-географическими особенностями. В свою очередь, современная классификация почв Азербайджана выделяет три основных класса [2]:

- естественно-эволюционные почвы;
- антропогенно преобразованные почвы;
- техногенно нарушенные почвы.

Естественно, что судьба органических поллютантов, в случае их попадания в почву указанных ландшафтных зон, будет зависеть от физико-химических и биологических особенностей почв, факторов воздействия – абиогенных и биогенных и др. В Азербайджане составлен «Паспорт почв» 26 генетических типов, в которых отражены экобиоморфологические показатели почв различных почвенно-климатических зон страны [2]. Однако в этих паспортах отсутствуют показатели устойчивости различных генетических типов почв в случае их загрязнения органическими поллютантами, которые могли бы дать определенную информацию об их ассимиляционном потенциале в соответствии с которым ранжировать почвы различных ландшафтных зон по их самоочищающей способности. Вместе с тем изучение буферности всех генетических типов почв, их ассимиляционной емкости в отношении различных органических поллютантов, в том числе и пестицидов, которые, в соответствии со своими химическими показателями, в природных средах отличаются разной степенью полураспада, позволит ранжировать эти почвы по их самоочищающей способности, что создаст научную основу нормированного использования разных видов пестицидов для каждого типа почв и позволит определить ПДК для каждого типа пестицида.

Эти работы становятся особо актуальными в связи с тем, что в стране в настоящее время остро поставлена проблема расширения площадей под технические культуры, в том числе хлопчатника, а с другой стороны, поставлен вопрос о продовольственной безопасности, о производстве экологически чистой сельскохозяйственной продукции, о переходе к экологическому земледелию и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный план действий по СТВ в Азербайджанской Республике. – 2005. – 58 с.
2. Современная классификация почв Азербайджана. – Баку : Элм, 2006. – 360 с.
3. Состояние окружающей среды Азербайджанской Республики. – Баку, 1997. – 95 с.
4. Imustafaev@iatp.az, март, 2006.
5. vflew@lew.spb.org.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБРАЗЦОВ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТА ИЗ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Азимов Александр Тельманович, доктор геологических наук, старший научный сотрудник, Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины, Украина, г. Киев, *azimov@casre.kiev.ua*

Кармазиненко Сергей Петрович, кандидат географических наук, Институт географии НАН Украины, Украина, г. Киев, *karmazinenko78@gmail.com*

Кураева Ирина Владимировна, доктор геологических наук, профессор, Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н. П. Семененко НАН Украины, Украина, г. Киев

Войтюк Юлия Юрьевна, кандидат геологических наук, Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н. П. Семененко НАН Украины, Украина, г. Киев, *voitiuk_yulia@ukr.net*

Комплексными геоэкологическими рекогносцировочными исследованиями района полигона № 5 по захоронению твердых бытовых отходов, расположенного вблизи г. Киева, установлено экологически негативное его влияние на окружающую среду. Установлено значительное медно-цинковое загрязнение почвы тяжелыми металлами.

Ключевые слова: полигон, бытовые отходы, тяжелые металлы, почва, геохимический анализ.

ANALYSIS OF INTEGRATED GEOCHEMICAL SURVEY DATA FOR THE LANDSCAPE COMPONENT PATTERNS WITHIN THE ZONE OF INFLUENCE CONNECTED WITH THE DOMESTIC SOLID WASTE DISPOSAL

Azimov O. T., Karmazynenko S. P., Kuraeva I. V., Voytyuk Yu. Yu.

The integrated geoecological reconnaissance investigations of the Landfill N 5 area for the municipal solid waste disposal situated near the city of Kyiv show its negative impact on the environment. The severe copper-zinc pollution of soils has been detected.

Keywords: Landfill, solid waste, heavy metals, soil, geochemical analysis.

Актуальность темы. Исследование территорий полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) в данное время является актуальной задачей для Украины. Вывоз ТБО на полигоны связан с большим экологическим риском. Количество ТБО за последние десятилетия увеличилось в 10 раз.

В настоящее время большую обеспокоенность у общественности и экологов вызывают проблемы, связанные с полигоном № 5 по захоронению ТБО. Он расположен в 11 км от жилищно-промышленной застройки южной окраины г. Киева, у западного контура с. Подгорцы (рисунок 1). На полигоне общей площадью 63,7 га под ТБО отведено 35,75 га.



Рисунок 1 – Картограмма расположения точек наблюдений (номера обозначены цифрами в звездочках) вдоль рекогносцировочного продольно-поперечного профиля в зоне влияния полигона № 5

С 2006 г. речь идет о полном закрытии и рекультивации полигона из-за его критического экологического состояния, связанного в первую очередь с проникновением фильтрата в землю и загрязнением им окружающей среды, прежде всего подземных вод. Образованные водные растворы, насыщенные токсичными веществами, являются химически и биологически активными. А рядом с полигоном протекает р. Вита, впадающая в Днепр. По оценкам специалистов, на полигоне накопилось порядка 500 тыс. т ядовитых стоков, представляющих собой химические вещества наивысшего класса опасности.

Методика исследований. С целью оценки влияния фильтрата, который поступает в геологическую среду с полигона № 5, на качество подземных вод прилегающей к нему территории в мае 2018 г. нами выполнены полевые рекогносцировочные комплексные исследования с последующим лабораторно-камеральным анализом полученных материалов. Они включали такие виды работ: *анализ геоморфологических особенностей* территории полигона и прилегающих участков; отбор проб из разных компонентов ландшафта (почвы, поверхностных вод, растительности) и последующий их геохимический анализ.

Учитывая то, что полигон расположен в пределах центральной части водораздельной поверхности, были выполнены наблюдения с отбором проб вдоль продольно-поперечного профиля на 4 основных площадках, которые приурочены к различным ландшафтно-геологическим условиям (рисунок 1).

Пробы почвы из интервала глубин 0–5 см отобраны по методике конверта в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-84 [3] на площадках № 1–7.

Пробы поверхностной воды отобраны в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 [2] из искусственных водоемов лишь на площадках № 1 (искусственный пруд), 2 и 3 (небольшие мелиоративные каналы на границе между склоном водораздела и поросшей луговой растительностью равниной).

Также на всех отмеченных площадках (кроме площадки № 2) параллельно с отбором почвенных проб были взяты *образцы растительности*. В частности, на площадках № 1, 5 и 6 – пырея ползучего (*Agropyrum repens*), на площадке № 3 – мятлика лугового (*Poa pratensis*). Кроме этого, на площадках № 4 и 7 были взяты пробы листьев осины (*Populus tremula*).

Комплекс лабораторных исследований включал *эколого-геохимический анализ* содержания *тяжелых металлов* (ТМ) в отобранных пробах почвы, представительских видов растительности и поверхностных вод зоны влияния полигона № 5. Содержание ТМ в этих образцах определялось атомно-адсорбционным анализом на приборе КАС-115 и методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS).

Изучение подвижных форм определение ТМ в почве выполнено методом последовательных вытяжек в соответствии с методикой А. И. Самчука [6].

Коэффициент биологического поглощения (КБП) химического элемента растительностью рассчитывался по приведенной в работе [1] формуле: $KBП = \frac{Lx}{Nx}$, где Lx – содержание x -го элемента в золе растений, а Nx – в почве.

При группировании ТМ по интенсивности биологического поглощения использована методика И. А. Авессаломовой [1].

Исследование образцов поверхностных вод на содержание в них ТМ выполнялось по такой схеме: фильтрат обрабатывался концентрированной азотной кислотой в фарфоровой чашке, затем образец испарялся до объема 25 мл и доводился до объема 100 мл бидистиллированной водой, а далее анализировался методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Результаты исследований. На рекогносцировочном этапе исследований района полигона № 5 установлено, что в интервале глубин *почвенного покрова* 0–5 см максимальное содержание Си достигает значений 10000 мг/кг в расположенной непосредственно вблизи северо-восточного контура полигона. Это превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) для этого элемента более чем в 300 раз [4]. Содержание Pb в почве на этой же пло-

щадке составляет 1000 мг/кг, что превышает ПДК в 30 раз. Содержание Zn в районе данного контура достигает показателей 5000 мг/кг, что больше ПДК в 90 раз; Ni в этом же месте – 30–100 мг/кг с максимальным превышением ПДК в 5 раз. Содержание Cr варьирует в пределах от 60 до 200 мг/кг, и его наибольшие концентрации превышают ПДК в 2 раза. Таким образом, на участке исследований преобладает медно-цинковое загрязнение почвы.

Определение подвижных форм ТМ (водной и ионообменной) в образцах почв зоны влияния полигона № 5 показало, что их подвижность значительно увеличивается в сравнении с фоновыми участками. Так, на фоновом участке содержание подвижных форм ТМ составляет 0,1–0,15 %, а вблизи исследованного контура полигона – 10–12 %.

Изучение пырея ползучего, как наиболее распространенного представителя городских *биоценозов*, дало возможность установить, что к элементам значительного накопления принадлежат Cu (КБП>1) и Cr (КБП>1). Особенностью поглощения ТМ мятликом является значение КБП для Ni, равняющееся 2,5. Анализ древесной растительности на примере осины показывает, что КПБ>1 не имеет ни один из исследованных химических элементов.

Гидрогеохимическим анализом проб *поверхностных вод* определено, что содержание всех исследованных химических элементов и их соединений на всех трех площадках (№ 1–3) не превышает ПДК [5].

Выводы. Комплексными рекогносцировочными по своему масштабу исследованиями района полигона № 5 по захоронению ТБО, расположенного в пределах водораздельного плато вблизи с. Подгорцы Киевской области, установлено негативное его влияние на окружающую среду. В первую очередь, оно заключается в значительном загрязнении почвы тяжелыми металлами, прежде всего медно-цинковым. По формам нахождения ТМ в почве определено, что в сравнении с фоновыми участками подвижность их увеличивается более чем в 10 раз непосредственно у контура полигона.

К элементам значительного накопления в травянистой растительности принадлежат Cu и Cr. Вместе с тем в пробах поверхностных вод, отобранных из мелиоративных каналов на фоновых участках, содержание всех исследованных химических элементов и их соединений не превышает ПДК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авессаломова, И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов [Текст] : учеб.-методич. пособие / И. А. Авессаломова. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 108 с.
2. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – Введ. 01.07.2001. – М. : Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2000. – 12 с.
3. ГОСТ 17.4.4.02–84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – Действующий от 01.01.1986. – М. : Госстандарт СССР, 1984. – 7 с.
4. Дмитриев М. Т. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде [Текст] : справоч. изд. / М. Т. Дмитриев, Н. И. Казнина, И. О. Пинигина. – М. : Химия, 1989. – 368 с.
5. Никитин Д. П. Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога [Текст] / Д. П. Никитин, Ю. В. Новиков, А. В. Рошин, Ю. Д. Жиров, Д. Г. Марченко, А. А. Ясинский / Под ред. Д. П. Никитина, А. И. Заиченко. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Медицина, 1990. – 512 с.
6. Самчук А. И. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах [Текст] / А. И. Самчук, Г. Н. Бондаренко, В. В. Долин [и др.] // Минералог. журн. – 1998. – 20. – № 2. – С. 48–59.

НЕПРИГОДНЫЕ ПЕСТИЦИДЫ И ПОЛИХЛОРИРОВАННЫЕ БИФЕНИЛЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Раубо Василий Михайлович, кандидат экономических наук, доцент, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Республика Беларусь, г. Минск, *gruskecich@gmail.com*

Гурина Анна Николаевна, кандидат технических наук, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Республика Беларусь, г. Минск, *anna-tak-1983@tut.by*

Севастюк Татьяна Валерьевна, УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Республика Беларусь, г. Минск

Рускевич Галина Александровна, научный сотрудник, РУП БелНИЦ «Экология», Республика Беларусь, г. Минск, *gruskecich@gmail.com*

Загрязнение окружающей среды полихлорированными бифенилами (ПХБ) и непригодными пестицидами – одна из серьезных экологических проблем. ПХБ и хлорсодержащие пестициды являются опасными химическими веществами, относящимся к стойким органическим загрязнителям. Стокгольмская конвенция о СОЗ предусматривает контроль применения, производства и удаления стойких органических загрязнителей. Республика Беларусь является стороной Конвенции с 2004 г., приняв обязательства по решению проблемы стойких органических загрязнителей.

Ключевые слова: стойкие органические загрязнители, непригодные пестициды, ПХБ, объекты хранения, подземные захоронения, конденсаторы, трансформаторы, отходы.

UNUSABLE PESTICIDES AND POLYCHLORATED BIPHENYLS IN THE PUBLIC OF BELARUS, ECOLOGICAL SAFETY

Raubo V. M., Gurina A. N., Sevastuk T. V., Rouskevitch G. A.

Pollution of the environment with polychlorinated biphenyls (PCBs) and unsuitable pesticides is one of the serious environmental problems. PCBs and chlorine-containing pesticides are hazardous chemicals belonging to persistent organic pollutants. The Stockholm Convention on POPs provides for the control of the use, production and disposal of persistent organic pollutants. The Republic of Belarus has been a party to the Convention since 2004, having accepted obligations to solve the problem of persistent organic pollutants.

Key words: Persistent organic pollutants, unsuitable pesticides, PCBs, storage facilities, underground burial sites, capacitors, transformers, waste.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) и хлорсодержащие непригодные пестициды относятся к группе стойких органических загрязнителей (СОЗ) и являются одними из основных источников поступления опасных химических веществ в окружающую среду.

В целях решения проблемы стойких органических загрязнителей была принята Стокгольмская конвенция о СОЗ, положения которой жестко регламентируют применение, производство и удаление стойких органических загрязнителей [1]. Республика Беларусь присоединилась к Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях в 2004 г. В целях выполнения обязательств, а также определения эффективных мер по решению проблемы СОЗ в Республике Беларусь был разработан Национальный план выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях на 2007–2010 гг. и на период до 2028 года [2].

На основании анализа ситуации в области обращения со стойкими органическими загрязнителями разработаны Мероприятия национального плана. Среди основных его направлений – осуществление экологически безопасного хранения и обезвреживания существующих в стране отходов, содержащих стойкие органические загрязнители. Выполнение обязательств, принятых Республикой Беларусь по реализации положений Стокгольмской конвенции на 2016–2020 гг., определены в Государственной программе «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов», Подпрограмма 3 «Обращение со стойкими органическими загрязнителями» [3].

В Республике Беларусь ведется работа, направленная на выполнение требований Стокгольмской конвенции в области обращения с непригодными пестицидами. Запрещен импорт, экспорт и использование пестицидов, перечисленных в Стокгольмской конвенции. Установлены требования по ведению учета, инвентаризации, осуществлению перевозок, переупаковки и хранения непригодных пестицидов, в том числе относящихся к СОЗ; требования к технике безопасности и пожарной безопасности, охране труда при работе с непригодными пестицидами; требования по проведению мониторинга окружающей среды в районах расположения объектов хранения и захоронения непригодных пестицидов. Правила обращения с непригодными пестицидами на территории Республики Беларусь устанавливает Технический кодекс установившейся практики ТКП 17.11–09–2014(02120) «Правила обращения с непригодными пестицидами» [4].

В целях предотвращения поступления в окружающую среду стойких органических загрязнителей, содержащихся в непригодных пестицидах, осуществлена их переупаковка, обеспечивающая их длительное безопасное хранение и передача на КУП «Комплекс по переработке и захоронению токсичных промышленных отходов Гомельский области», а также транспортировка за пределы Республики Беларусь во Францию для их дальнейшего обезвреживания. Обращение с неиспользованными пестицидами осуществляется в соответствии с законодательством об отходах.

В Республике Беларусь накоплены различные препаративные формы запрещенных и не пригодных к применению (некондиционных) пестицидов. Препараты хлорорганической группы и ртутьсодержащие пестициды могут входить в состав средств ухода за растениями и ядохимикатов неустановленного состава (смеси непригодных пестицидов) и потенциально находиться в складских помещениях различных собственников.

На территории республики находится порядка 10400 т непригодных пестицидов. В складских помещениях сельхозпредприятий и райагросервисов хранится 1560 т (15 % от общего количества по республике). В подземных захоронениях находится ориентировочно 4300 т (41 %). На территории Гомельской области расположен объект долговременного хранения опасных отходов промышленных предприятий и учреждений – КУП «Комплекс по переработке и захоронению токсичных промышленных отходов Гомельской области», где хранится порядка 4540 т непригодных пестицидов (44 %).

Количество складских помещений с непригодными пестицидами за период 2010–2018 гг. уменьшилось от 159 до 79. Наибольшее количество расположено на территории Минской области – 57, в Витебской области – 20, в Гродненской – 2. Захоронения непригодных пестицидов расположены на территории Витебской, Гомельской, Могилевской областей. В 2007 г. в рамках реализации Национального плана выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Стокгольмской конвенции о СОЗ, было ликвидировано Брестское захоронение непригодных пестицидов (д. Гершоны), в 2008 г. ликвидировано Слонимское захоронение.

В Беларуси наибольшую проблему среди СОЗ представляют ПХБ, которые использовались и продолжают широко использоваться в качестве диэлектриков и охлаждающей жидкости в силовом электрооборудовании в различных сферах хозяйственной деятельности. Кроме того, в Беларуси около 30 лет ПХБ использовались в качестве сырьевой добавки при производстве лакокрасочной продукции. Выявление источников ПХБ, оценка накопленных запасов в оборудовании, материалах, отходах; выявление типов ПХБ-содержащего оборудования и отходов – одно из важнейших условий решения проблемы этих СОЗ, информационная основа выполнения обязательств по Стокгольмской конвенции о СОЗ, а также разработки природоохранных мероприятий с целью предупреждения поступления СОЗ в окружающую среду.

Для оценки объемов ПХБ наиболее эффективным методом является инвентаризация – непосредственный учет ПХБ-содержащего оборудования и материалов. В настоящее время нормативным документом в области регулирования обращения с ПХБ в Республике Беларусь являются Правила обращения с оборудованием и отходами, содержащими

полихлорированные бифенилы [6]. Согласно Правилам, предприятия и организации ведут учет ПХБ-содержащего оборудования и представляют в установленном порядке сведения о ПХБ. Одним из ключевых индикаторов выполнения обязательств Республики Беларусь по Стокгольмской конвенции является вывод из эксплуатации ПХБ-содержащего оборудования. Вместе с тем ПХБ-содержащее оборудование, согласно Стокгольмской конвенции может использоваться до 2025 г.

В Республике Беларусь основной объем отходов, содержащих ПХБ, приходится на отрасли с наибольшим энергопотреблением. В настоящее время порядка 600 предприятий в Республике Беларусь обладают оборудованием, содержащим ПХБ. Распределение ПХБ-содержащих силовых трансформаторов и конденсаторов в пределах Беларуси неравномерно. Наибольшие объемы ПХБ приходятся на Могилевскую область – 26 % от общего объема накопленных ПХБ в Беларуси, г. Минск – 19 %. В Брестской области выявлено 10 % ПХБ, в Витебской – 8, в Гомельской – 17, в Гродненской – 5, в Минской – 16,29 %. В Республике Беларусь 40 тыс. силовых и 14 тыс. малогабаритных конденсаторов, 280 силовых трансформаторов, 6 тыс. емкостей с ПХБ. Наиболее крупными поставщиками опасных отходов являются предприятия и организации Министерства промышленности — на их долю приходится около 40 % от общего количества оборудования, содержащего ПХБ [5, 7].

Общий объем ПХБ в выведенном из эксплуатации оборудовании составлял 416 т. К настоящему времени выведено из эксплуатации 19,9 тыс. силовых конденсаторов (54 % их общего количества) и 59 трансформаторов (20 %). В первую очередь демонтажу подлежат оборудование, которое эксплуатируется в пищевой промышленности.

Общая масса ПХБ-содержащих отходов оценивается в 314 т, среди них выявлены: конденсаторы силовые; загрязненные грунты; жидкость, слитая с конденсаторов с ПХБ; опилки, загрязненные ПХБ; строительные конструкции и сооружения, загрязненные ПХБ в результате аварийных утечек, разливов, в том числе: загрязненные ПХБ металлические конструкции и железобетонные опоры.

Согласно Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, Республика Беларусь обязана завершить до 2025 г. эксплуатацию всего оборудования, содержащего полихлорированные бифенилы, а до 2028 г. территория нашей страны должна быть полностью очищена от них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. Опубликовано временным секретариатом Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях. – ЮНЕП, 2001.
2. Национальный план выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, на 2007–2010 годы и на период до 2028 года.
3. Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы. Утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 205 от 17 марта 2016 г.
4. ТКП 17.11–09–2014(02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. «Правила обращения с непригодными пестицидами».
5. Интернет ресурс: <http://www.ecoinfo.by>.
6. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 24.06.2008 № 62 «Об утверждении Правил обращения с оборудованием и отходами, содержащими полихлорированные бифенилы».
7. Интернет ресурс: <http://www.popsbelarus.by>.

СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЫШЬЯКА В ПОЧВЕ

Бекузарова Сарра Абрамовна, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства Горского ГАУ, Россия, Республика Северная Осетия–Алания, 362007, г. Владикавказ, *Bekos37@mail.ru*

Датиева Инна Артуровна, аспирант, Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства ВНИЦ РАН, Россия, Республика Северная Осетия–Алания, *Inna.osetnyaya@yandex.ru*

Дулаев Туган Аланович, аспирант Горского ГАУ, Россия, Республика Северная Осетия–Алания, *tugand@mail.ru*

В статье представлены результаты исследования аккумулятивных свойств возделываемых сельскохозяйственных растений рыжика озимого (*Camelina sylvestris*) и однолетнего клевера инкарнатного (*Trifolium incarnatum*) с целью снижения доз тяжелого металла мышьяка (As) в почве. Для реализации поставленной цели после уборки кукурузы проводился посев смеси рыжика озимого и клевера инкарнатного в соотношении 1 : 1, а на следующий год в фазу бутонизации бобового компонента зеленую массу обеих культур скашивали с одновременным измельчением смеси, покрывая ее слоем измельченной глины «аланит» в количестве 2–3 т/га, которую насыщали сероводородной водой в количестве 200–250 л/га, и при внесении удобрительной смеси добавляли 10–15 % органических веществ – кукурузных кочерыжек с последующей запашкой всей биомассы в почву, в результате чего содержание мышьяка в почве снизилось на 85,4 %.

Ключевые слова: рыжик озимый, клевер инкарнатный, фитоиндикация почв.

DECREASING THE CONTENT OF ARSYAK IN SOIL

Bekuzarova S. A., Datieva I. A., Dulaev T. A.

The article presents the results of a study of the accumulative properties of cultivated agricultural plants of winter wheat camelina (*Camelina sylvestris* Waller) and one-year incarnate clover (*Trifolium incarnatum*) in order to reduce the doses of heavy metal arsenic (As) in the soil. To achieve this goal, after harvesting the corn, 1: 1 mixture of winter wheat and incarnate clover was sown, and the following year, the green mass of both crops was mown with the crushed clay “alanit” in the amount of 2–3 t / ha, which was saturated with hydrogen sulphide water in the amount of 200–250 l / ha and when adding the fertilizer mixture 10–15 % of organic matter was added - corn stalks with subsequent plowing of the whole biomass into the soil, into a cut This is why the arsenic content in the soil has decreased by 85.4 %

Keywords: *Camelina sylvestris* Waller, *Trifolium incarnatum*, soil phytoindication.

Введение. В последние годы в сельском хозяйстве Северной Осетии возникла проблема очистки педосферы от токсических веществ, в частности от мышьяка (As), который попадает в почву вместе с пестицидами и удобрениями. Антропогенными источниками мышьяка являются пестициды, десиканты, нефть, различные медикаменты и пищевые добавки. Сумма всех антропогенных поставок за последние годы составляет 110 тыс. т в год. Особенно большое количество мышьяка накапливается в кислой почве, что способствует ассимиляции этого токсиканта в растения, а также перемещению этого вещества в нижние слои почвы [1, 2]. Вносимые минеральные удобрения, такие как суперфосфат, содержит 300 мг/кг мышьяка, аммиачная селитра содержит 60 мг/кг мышьяка. С нитратами, сульфатами и пестицидами под кукурузу в почву попадает более 10 г/га, при допустимых пределах 2 мг/га [3].

Большое влияние на мобильность мышьяка оказывает органические вещества, которые способствуют его детоксикации. Повышенные концентрации мышьяка в подземных водах, используемых для питьевого водоснабжения, вызывают хронические заболевания людей и обусловлены как антропогенным загрязнением почв и пород, так и высоким природным содержанием мышьяка в водовмещающих породах [4, 5].

Для снижения доз мышьяка в почве особую важность приобретают восстановительные меры с использованием экологически чистых и безопасных растений. В наших исследованиях такими растениями послужили запахиваемые сидеральные культуры рыжика озимого и клевера инкарнатного, обладающие высокими сорбционными свойствами.

Место и методика исследований. Исследования проводились в 2017–2018 г. на базе Северо-Кавказского НИИ горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра РАН, на сельскохозяйственном опытном участке в с. Михайловское. Для реализации поставленной цели после уборки зерна кукурузы в начале сентября обрабатывали почву для посева мелких семян рыжика озимого и клевера инкарнатного по 15 кг каждой культуры. На следующий год, в фазу бутонизации (при достижении полного развития культуры) клевера инкарнатного оба вида растений скашивали с одновременным измельчением сенокосилкой – измельчителем «КИР-1,5». На скошенную массу размещали смесь удобрений – измельченной глины «аланит» в количестве 2 т/га, смешанной с минеральной водой (200 л) и с 220 кг кочерыжек кукурузы. Всю массу вносили агрегатом «МЖУ-16», предназначенным для самозагрузки, транспортирования, перемешивания и сплошного поверхностного распределения. Через 2–3 ч после подсыхания всю удобренную массу запахивали в почву.

Материалы исследований. Цеолитсодержащая глина «Аланит» (Северо-Осетинского происхождения) содержит (в %): кремний 52,7; кальций 32,6; железо 6,17; марганец, серу, фосфор, калий, медь, цинк (в пределах 0,1–0,9 %) и другие микроэлементы. Подщелачивание кислой почвы за счет высокого содержания кальция способствует активности азотфиксирующей способности клубеньковых бактерий, расположенных на корневой системе клевера инкарнатного. За счет низкой водоотдачи (около 3 %) и высокой теплоемкости (коэффициент 0,34) аланит способствует развитию растений с одновременной детоксикацией почвы в связи с высокой сорбционной способностью цеолитсодержащей глины. Мышьяк легко сорбируется аланитом. Кроме того, высеваемые сидеральные культуры обладают аккумуляционными способностями. Аланит вносили в количестве 2–3 т/га за счет высокой влагоудерживающей способности и полученной сероводородной воды Серноводская (Северо-Кавказского происхождения), содержащей (в мг/л): калий – 6,6 %; натрий – 85,5; магний – 34,2; кальций – 152,4; фторид – 1,0; хлорид – 115,8; сульфат серы – 242,0; гидрокарбонат HCO_3 – 366,1; йод – 0,8 (природный). Кукурузные кочерыжки – отход сельскохозяйственного производства. Химический состав кукурузных кочерыжек (отсутствие смол, воска, тяжелых металлов) обеспечивает дополнение как идеальный органический носитель, в состав которого входят: лигнин – 8 %, целлюлоза – 42 % и другие безопасные для окружающей среды вещества. Кукурузные кочерыжки обладают высокой сорбционной способностью поглощать вредные для жизнедеятельности вещества (мышьяк, ртуть и др.). Сероводородная вода примечательна тем, что сера, содержащаяся в минеральной воде, входит в соединение с мышьяком и не доступна для растений и других органических веществ.

Такой состав смеси пополняет почву биологическим азотом клевера инкарнатного и органическими веществами обеих скошенных культур. Клевер инкарнатный (*Trifolium incarnatum*) способен накопить в почве до 150 кг биологического азота, достигая высоты растений в период скашивания более 60 см, биомасса обеих культур более 20 т/га. Рыжик озимый (*Camelina sylvestris*), помимо своей аккумуляционной способности, содержит в семенах ряд эфирных масел, ингибирующих прорастание многих однолетних сорных растений, которые исчезают без внесения гербицидов.

Результаты и обсуждение. Проведенный перед уборкой анализ показал, что количество мышьяка достигает 2,6 мг/кг сухой почвы. В одиночном варианте эксперимента с посевом сидеральной культуры рыжика озимого содержание мышьяка в почве снизилось на 30,8 % по сравнению с контролем, а в отдельном варианте с клевером инкарнатным – на 38,5 %. В смешанном варианте эксперимента с рыжиком и клевером содержание мышьяка в почве снизилось на 36,9 %. В варианте запашки обеих культур без удобрений содержание мышьяка в почве понизилось на 33,8 %, а в варианте эксперимента с аланитом – на 73,9 %. Запашка зеленой массы с сероводородной водой вызвала снижение мышьяка в почве на 77,4 %, а в смешанном варианте с аланитом и сероводородной водой на 82,4 %. Предлагаемая нами методика фитоиндикации показала максимально высокий результат снижения со-

держания мышьяка в почве, составивший 85,4 % по сравнению с остальными вариантами эксперимента. Результаты опыта сведены в таблицу.

Таблица – Содержание мышьяка в почве при сидерации рыжика озимого и клевера инкарнатного

Варианты опыта	Содержание мышьяка мг/кг		
	в почве	в растениях сидеральных культур	% снижения в почве к контролю
Без сидерации (контроль)	2,6	1,3	-
Посев сидеральной культуры рыжика озимого	1,8	1,4	30,8
Посев сидеральной культуры клевера инкарнатного	1,6	1,2	38,5
Посев сидеральных культур рыжика в смеси с клевером инкарнатным	0,96	0,78	36,9
Запашка зеленой массы обеих культур без удобрений	0,88	0,64	33,8
Запашка зеленой массы с аланитом	0,68	0,52	73,9
Запашка зеленой массы обеих культур с сероводородной водой	0,59	0,47	77,4
Запашка зеленой массы с аланитом + сероводородная вода	0,46	0,32	82,4
Запашка сидератов + аланит + сероводородная минеральная вода + кукурузные кочерыжки	0,38	0,20	85,4

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют, что предлагаемый метод фитоиндикации на 85,4 % снижает содержание мышьяка в почве. За счет использования местного сырья и отходов растениеводства снижаются затраты на осуществление способа снижения токсичности почв. Очистка кукурузного поля от соединений мышьяка обеспечивает получение качественной продукции, и за счет применения совместного посева обеих культур повышается эффективность данной методики фитоиндикации. Данная методика может найти применение при снижении токсичности почв, загрязненных тяжелыми металлами, в частности мышьяком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способ посева сидеральных культур на токсических почвах / С. А. Бекузарова, В. А. Ефимова. Патент № 2190315, опубликован 10.10.2002. – Бюл. № 28. МПК А01С7/00, А01В79/02.
2. Способ возделывания сидеральных культур в биологическом земледелии / С. А. Бекузарова, А. Т. Фарниев, Э. К. Байсангуров, Э. А. Цагараева, Л. А. Бортникова. Патент № 2201054, опубликован 27.03.2003. – Бюл. № 9. МПК А01В79/02.
3. Способ сидерации токсических почв в севообороте / С. А. Бекузарова, И. С. Белюченко, С. Г. Козырев, Т. А. Дулаев, Х. Т. Дзедаев. Патент № 2619982, опубликован 22.05.2017, Бюл. 15. – МПК А01В79/02.
4. Путилина В. С. Поведение мышьяка в почвах, горных породах и подземных водах. Трансформация, адсорбция, десорбция, миграция / В. С. Путилина, И. В. Галицкая, Т. И. Юганова // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы // Новосибирск, 2011. – № 97. – С. 1–249.
5. Способ посева сидеральных культур в биологическом земледелии / И. М. Ханиева, С. А. Бекузарова, М. Х. Ханиев, А. Л. Бозиев. Патент № 2638654, опубликован 15.12.2017, Бюл. № 35. – МПК А01С21/00, А01В79/02.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА С ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМИ ФРАКЦИЯМИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

Барбашев Андрей Игоревич, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, *barbashev_andrei@mail.ru*

Сушкова Светлана Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, *terra_rossa@mail.ru*

Минкина Татьяна Михайловна, доктор биологических наук, профессор, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону

Антоненко Елена Михайловна, кандидат технических наук, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, *antonenko1102@yandex.ru*

Константинова Елизавета Юрьевна, младший научный сотрудник, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, *azovdona@yandex.ru*

Дудникова Тамара Сергеевна, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, *tyto98@yandex.ru*

Определен гранулометрический состав почв методом лазерной дифракции при загрязнении бенз(а)пиреном (BaP) – поллютантом I класса опасности, канцерогеном и мутагеном. Исследования проводили в условиях модельного эксперимента с искусственным загрязнением BaP, с периодом инкубации 1 и 6 мес. Установлено закономерное снижение содержания фракций среднего и мелкого песка спустя 6 мес инкубации BaP в почве. Для фракций пыли крупной, средней, мелкой, а также ила тонкого и грубого зафиксировано повышение процентного содержания частиц с увеличением содержания BaP в почве спустя 6 мес инкубации.

Ключевые слова: гранулометрический состав, бенз(а)пирен, почва, модельный эксперимент.

PECULIARITIES OF THE INTERACTION OF BENZO(A)PYRENE WITH GRANULOMETRIC FRACTIONS OF THE CHERNOZEM ORDINARY

**Barbashev A.I., Sushkova S.N., Minkina T.M., Antonenko E.M.,
Konstantinova E. Yu., Dudnikova T.S.**

The granulometric composition of soils was determined by laser diffraction upon pollution by benz (a)pyrene (BaP) – pollutant class I hazard, carcinogenic and mutagen. The studies were carried out under conditions of a model experiment artificially polluted with BaP, with an incubation period of 1 and 6 months. A regular decrease in the content of medium and fine sand fractions was established after 6 months of incubation of BaP in the soil. For fractions of coarse, medium, fine, and fine and coarse silts, an increase in the percentage content of particles with an increase in the BaP content in the soil after 6 months of incubation was recorded.

Keywords: Soil texture, benz(a)pyren, soil, model experiment.

Введение. Многолетние токсикологические исследования позволили обозначить соединения группы ПАУ, которые необходимо постоянно контролировать из-за их токсичности. В РФ мониторинг осуществляется только за одним соединением из класса ПАУ – бенз[а]пиреном (BaP) [1]. Поскольку сорбция ПАУ в почвах осуществляется тонкодисперсными частицами почв, в составе сорбционных и органоминеральных комплексов, особо актуальной задачей является определение гранулометрического состава почв [3, 5]. Целью работы было изучение особенностей взаимодействия ПАУ с гранулометрическими фракциями чернозема обыкновенного в условиях модельного загрязнения почв маркером загрязнения ПАУ – BaP.

Объекты и методы исследования. Почву модельного эксперимента искусственно загрязняли BaP. В качестве объекта исследования был заложен модельный эксперимент с эталонной почвой (общая пробоподготовка) из ООПТ «Персиановский» (Ростовская обл.) со следующими свойствами: физ. глина 52,3 %; ил 29,6 %; гумус 4,2 %; pH 7,5; CaCO₃ 0,2 %;

NH_4^+ 2,7 мг/100 г; P_2O_5 3,6 мг/100 г; K_2O – 39 мг/100 г; Ca^{2++} Mg^{2+} – 32 мг–экв/100 г; ЕКО 36 мг–экв/100 г. Схема опыта включала контроль (исходная почва без загрязнителя), фон (почва, в которую вносили чистый ацетонитрил), варианты с внесением 20, 200, 400 и 800 мг/г БаП (что соответствовало 1, 10, 20 и 40 ПДК БаП в почве). Раствор БаП в ацетонитриле вносили на поверхность почвы. Почвенные образцы подготавливали к химическому анализу в соответствии с требованиями [2]. Исследование гранулометрического состава выполнено на лазерном анализаторе размера частиц Beckman Coulter LS 13 320.

Результаты и выводы. Распределение гранулометрических фракций в образцах модельного эксперимента (весна), загрязненных БаП, показало, что во всех изученных образцах преобладала фракция крупной пыли от 36,4 до 43,1 % от общего объема образца. Содержание фракций мелкой и средней пыли варьировало: 14,1–17,7 и 11,5–14,5 %, соответственно. Фракции илов (коллоидный, тонкий и грубый) обнаружены в образцах в количествах 0,5–0,6, 2–2,5 и 1,7–2,5 %; песка мелкого, среднего и крупного – 22,4–26,9, 1,4–4,7, 0,1–1 % соответственно. Спустя 6 мес инкубации (осенью) установлено, что процентное содержание фракций ила находилось в диапазонах: коллоидный – 0,4–0,5, тонкий – 2,0–3,1, грубый – 1,8–3,4 %. Содержание фракций пыли мелкой, средней и крупной составило: 14,1–21,5, 11,5–16,9, 38,7–43,7 %, соответственно; фракции песка мелкого – 11,0–26,9, среднего – 0–4,7, крупного – 0–0,9 %. Для фракции песка среднего установлено снижение процентного содержания фракции в зависимости от концентрации БаП ($R = -0,67$ весной и $R = -0,75$ осенью), как в весенних образцах, так и в осенних, снижение происходит на 4,7–1,4 и 4,7–0,1 % соответственно (рисунок 1).

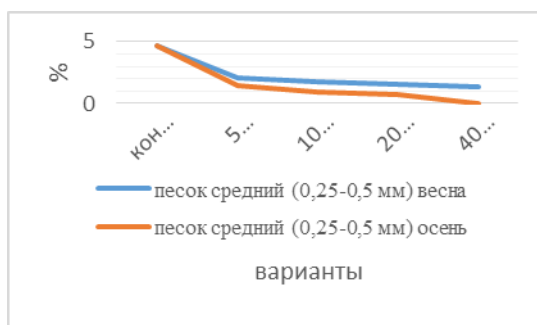


Рисунок 1 – Содержание фракций песка среднего в почвах модельного эксперимента, искусственно загрязненного БаП, через 1 и 6 мес инкубации, %

На рисунке 2 показана динамика изменения содержания фракции песка мелкого. Установлено, что при отборе проб в весенний период процентное содержание фракции остается неизменным и зависимости от концентрации внесенного БаП в почву не наблюдалось [4]. Однако, при отборе проб через 6 мес, обнаружена обратная зависимость ($R = 0,14$ весной и $R = -0,84$ осенью) между процентным содержанием фракции и концентрацией БаП.

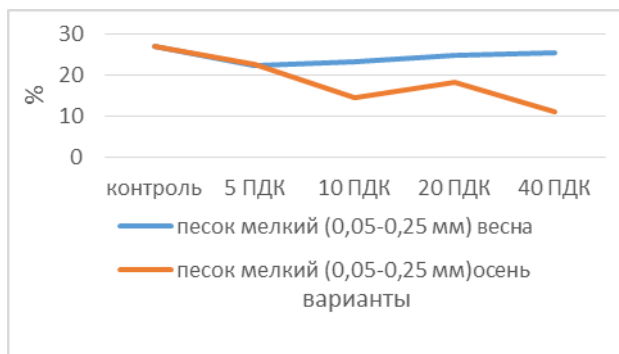


Рисунок 2 – Содержание фракций песка мелкого в почвах модельного эксперимента, искусственно загрязненного БаП, через 1 и 6 мес инкубации, %

Таким образом, установлено, что при увеличении концентрации БаП от 1 до 40 ПДК в почве происходит снижение процентного содержания частиц фракции среднего

песка (0,25–0,5 мм) от 4,65 до 1,4 % соответственно. Через 6 мес инкубации данный показатель снижается до значений 4,65–0,1 % соответственно. Корреляция между содержанием БаП в почве и фракциями среднего песка составила $R = -0,67$ весной и $R = -0,75$ осенью. Схожие тенденции обнаружены и для фракции мелкого песка (0,05–0,25 мм) – от 26,9–25,4 %, доля которого снижается через 6 мес инкубации до значений 26,9 %–11 %.

Исследования выполнены при поддержке Министерства образования и науки РФ, № 5.948.2017/ПЧ, ведущей научной школы № НШ–3464.2018.11.

Работа рекомендована д. б. н. профессором О. А. Бирюковой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов / Ю. С. Другов, А. А. Родин // Практическое руководство. – М. : Изд-во Бином, 2007.
2. Илюшкина Л. Н. Санитарно-гигиеническое состояние почв рекреационных зон г. Ростова-на-Дону / Л. Н. Илюшкина, Е. Е. Шевченко // Фундаментальные исследования. – 2013. – Т. 2. – №. 4.
3. Pereira T. S. Toxicogenetic monitoring in urban cities exposed to different airborne contaminants / Pereira T. S. [et al.] // Ecotoxicology and environmental safety. – 2013. – Т. 90. – С. 174–182.
4. Sushkova S. N. Influence of PAH contamination on soil ecological status / Sushkova S. N. [et al.] // Journal of Soils and Sediments. – 2018. – Т. 18. – №. 6. – С. 2368–2378.
5. Tsibart A. S. Polycyclic aromatic hydrocarbons in soils: sources, behavior, and indication significance (a review) / A. S. Tsibart, A. N. Gennadiev // Eurasian Soil Science. – 2013. – Т. 46. – №. 7. – С. 728–741.

УДК 631.453 : 633.63 : 633.1 : 631.582

БАЛАНС Hg, As, Sr-90, Cs-137, В, Мо, S В ЗЕРНОСВЕКЛОВИЧНОМ СЕВООБОРОТЕ ЦЧР

Минакова Ольга Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская обл., пос. Рамонь, olalmin2@rambler.ru

Александрова Людмила Валерьевна, научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова», **Россия**, Воронежская обл., пос. Рамонь

Под влиянием применения удобрений вынос Hg, As, Sr-90 Cs-137, В, Мо, S с урожаем возрастал на 4,10–81,3 %, наиболее оптимальный баланс элементов в севообороте складывался при внесении $N_{135}P_{135}K_{135}$ на фоне 25 т/га навоза в пару.

Ключевые слова: удобрения, цезий-137, стронций-90, мышьяк, ртуть, баланс, поступление, вынос.

BALANCE OF HG, AS, SR-90 CS-137, B, MO, AND S IN A GRAIN-BEET CROP ROTATION OF THE CENTRAL BLACK-EARTH REGION

Minakova O. A., Alexandrova L. V.

Under fertilizer application influence, removal of Hg, As, Sr-90 Cs-137, B, Mo, and S by the crop increased by 4.10-81.3 %. The most optimal elements' balance in a crop rotation was when applying $N_{135}P_{135}K_{135}$ with the background of 25 t/hectare manure in fallow.

Keywords: fertilizers, caesium-137, strontium-90, arsenic, mercury, balance, supply, removal.

С удобрениями в почву поступает значительное количество токсичных и радиоактивных микроэлементов (мышьяка, кадмия, фтора, стронция, цезия-137, хрома, тория) [3, 4]. С осадками в почву поступает 7,5 кг серы в год [2]. 1 т навоза поставляет в почву до 6 г бора и 0,3 г молибдена [4]. При применении удобрений общий вынос микроэлементов может возрасти в 1,6–2,3 раза по сравнению с вариантом без удобрений [1]. Изучение поступления,

выноса и баланса элемента в севообороте является актуальным для предотвращения загрязнения агроэкосистем.

Исследования проводились в 2014–2017 гг. в стационарном опыте по внесению удобрений в 9-польном зерносвекловичном севообороте (год закладки – 1936), расположенном в лесостепной зоне ЦЧР.

В результате исследований установлено, что с удобрениями более всего поступало в севооборот серы (115–247,5 кг/га севооборотной площади) (таблица 1), несколько меньше – бора (3,56–252,2 г), молибдена (2,14–21,9 г), менее всего – ртути (0,0024–0,875 г/га). Из радиоактивных элементов больше поступало Sr-90 (106–247 Бк/кг), чем Cs-137 (16,4–146 Бк/кг).

Таблица 1 – Поступление за 1 ротацию севооборота токсичных и радиоактивных элементов с минеральными удобрениями и навозом

Вариант	Sr-90	Cs-137	Hg	As	B	Mo	S
	Бк/га		г/га				кг/га
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ +25 т/га навоза	115	68,7	0,438	0,625	126	10,8	154
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +25 т/га навоза	140	72,6	0,438	0,626	127	11,3	165
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅ +25 т/га навоза	165	76,4	0,439	0,626	127	12,3	176
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ +50 т/га навоза	205	140	0,875	1,25	251	21,1	229
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +50 т/га навоза	247	146	0,875	1,25	252	21,9	247
N ₁₉₀ P ₁₉₀ K ₁₉₀	106	16,4	0,0024	0,0006	3,56	2,14	115

С дозой N₁₉₀P₁₉₀K₁₉₀ поступало наименьшее количество элементов вследствие низкого их содержания в минеральных удобрениях и отсутствия навоза в этой системе, с дозой N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + 50 т/га навоза – наибольшее, вследствие их высокого содержания в навозе. Разница между дозой N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + 50 т/га навоза и N₁₉₀P₁₉₀K₁₉₀ по поступлению Sr-90 составила 2,33 раза, Cs-137 – 8,92 раза, ртути – 365, мышьяка – 2083, бора – 70,8, молибдена – 10,2, серы – 2,15 раза. Возрастающие дозы удобрений на фоне 25 т/га навоза увеличивали поступление Sr-90 на 43,5 %, Cs-137 – 11,2 %, Mo – 13,9 %, S – 14,3 %, поступление мышьяка, бора, ртути не изменялось.

Более всего в удобренных вариантах увеличивался вынос хрома – на 40,8–81,3 % (таблица 2), вынос мышьяка, Sr-90 и Cs-137 возрастал в удобренных вариантах примерно одинаково – на 18,3–37,5, 19,1–35,3 и 18,5–38,1 % соответственно. Если увеличению выноса мышьяка способствовало внесение практически всех изученных доз (последовательное увеличение выноса соответствовало возрастающим дозам удобрений), то увеличению выноса Sr-90 и Cs-137 содействовали дозы N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅+ 25 т/га навоза и N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ + 50 т/га навоза.

Таблица 2 – Вынос элементов культурами севооборота

Вариант	Hg	As	Cr	B	Mo	S	Sr-90	Cs-137
	г/га				кг/га	кБк/га		
Без удобрений	0,390	1,04	8,88	153	7,37	63,4	173	173
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + 25 т/га навоза	0,380	1,23	13,4	183	8,30	56,6	206	205
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + 25 т/га навоза	0,396	1,34	15,2	191	9,11	66,0	226	227
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅ + 25 т/га навоза	0,432	1,43	16,4	196	9,12	75,6	230	235
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + 50 т/га навоза	0,359	1,34	16,2	182	9,67	87,8	202	209
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + 50 т/га навоза	0,403	1,34	13,5	193	9,10	80,4	234	239
N ₁₉₀ P ₁₉₀ K ₁₉₀	0,413	1,32	12,5	189	9,38	78,8	215	231
HCP ₀₅	-	0,10	0,88	25,0	0,60	5,3	15	14

Вынос бора за одну ротацию севооборота составил 153–196 г/га. Увеличение выноса элемента с повышением уровня удобренности возрастало на 19,3–28,0 % относительно контроля, наибольший вклад в повышение выноса вносили минеральные удобрения. Вынос

молибдена был намного ниже, составив 7,37–9,67 г/га. Как минеральные удобрения, так и навоз способствовали повышению выноса элемента на 12,6–31,2 %. Вынос серы с культурами севооборота был очень высок – 63,4–87,8 кг/га; в удобренных вариантах отмечалось повышение выноса на 4,10–38,5 %, на увеличение выноса влияли как высокие дозы минеральных удобрений, так и навоза.

Таблица 3 – Баланс элементов в севообороте

Вариант	Hg	As	Sr-90	Cs-137	B	Mo	S
	г/га	г/га	кБк/га	кБк/га	г/га	г/га	кг/га
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ +25 т/га навоза	+0,058	-0,605	-91	-136	-56,8	+2,51	+97,1
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +25 т/га навоза	+0,058	-0,604	-86	-154	-64,2	+2,19	+98,9
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅ +25 т/га навоза	-0,007	-0,804	-65	-159	-68,4	+3,18	+100,5
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ +50 т/га навоза	+0,516	-0,090	+3	-69	+68,8	+11,4	+140,9
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +50 т/га навоза	+0,472	-0,090	+13	-93	+59,3	+12,8	+167,1
N ₁₉₀ P ₁₉₀ K ₁₉₀	-0,411	-1,31	-109	-215	-185,8	-7,24	+36,1

Баланс мышьяка, Sr-90, Cs-137 и бора при возрастающих дозах минеральных удобрений на фоне 25 т/га навоза был отрицательным (-0,604–0,804 г/га, -65–91 кБк/га, -136–159 кБк/га, -56,8–68,4 г/га соответственно) (таблица 3), молибдена и серы – положительным (+2,19–3,18 г/га и 97,1–100,5 кг/га), а применение удобрений на фоне 50 т/га навоза обеспечивало положительный баланс всех изученных элементов, кроме мышьяка и Cs-137 (-0,090 г/га и -69–93 кБк/га).

Вследствие низкого поступления токсикантов и микроэлементов в варианте N₁₉₀P₁₉₀K₁₉₀ создавался отрицательный баланс всех элементов, кроме серы. С увеличением доз минеральных удобрений, как на фоне 25, так и 50 т/га навоза, баланс ртути, мышьяка, Cs-137 становился более отрицательным, а молибдена, серы и Sr-90 – положительным. Отрицательный или равновесный баланс токсичных элементов и максимальный положительный баланс микроэлементов и серы складывался при внесении N₄₅P₄₅K₄₅ + 50 т/га навоза.

Таким образом, разница в поступлении элементов по вариантам составила: Sr-90 – 2,33 раза, Cs-137 – 8,92 раза, ртути – 365, мышьяка – 2083, бора – 70,8, молибдена – 10,2, серы – 2,15 раза; вынос с урожаем увеличивался на 4,10–81,3 %. Применение N₄₅₋₁₃₅P₄₅₋₁₃₅K₄₅₋₁₃₅ в сочетании с 25 т/га навоза в пару способствовало отрицательному балансу мышьяка, Cs-137 и Sr-90 и положительному – серы и молибдена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляшко М. У. Необходимость оценки баланса микроэлементов при использовании удобрений под различные культуры [Текст] / М. У. Ляшко // Приложение к журналу «Современные проблемы науки и образования» [Электронный ресурс]. URL : <http://www.online.rae.ru/376> (дата обращения: 14.11.2017).
2. Минеев В. Г. Агрохимия. – М. : Колос, 2004. – 720 с.
3. Содержание естественных радионуклидов в почвах регионов республики Беларусь и во вносимых удобрениях [Текст] / А. Ф. Мирончик [и др.] // Агрэколагічны вестнік. – 2016. – № 7. – С. 252–257.
4. Шафронов О. Д. Экологические аспекты внесения фосфорных удобрений [Текст] / О. Д. Шафронов, В. И. Титова, Л. Д. Варламова // Химия в сельском хозяйстве. – 1997. – № 4. – С. 13–14.

**ВЫЖИВАЕМОСТЬ ИНВАЗИОННЫХ ЛИЧИНОК ЭНТОМОПАТОГЕННОЙ
НЕМАТОДЫ *STEINERNEMA FELTIAE* (FILIPJEV, 1934) (RHABDITIDA:
STEINERNEMATIDAE) В РАЗЛИЧНЫХ ИНСЕКТИЦИДАХ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРОТИВ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА**

Рубцова Людмила Евгеньевна, кандидат биологических наук, доцент, Институт зоологии
Национальной Академии Наук Азербайджана, Азербайджан, Баку, rubtsova_l@mail.ru

Целью исследования являлось изучение возможности сокращения количества ядохимикатов, применяемых в борьбе с колорадским жуком. В лабораторных условиях изучалась выживаемость личинок энтомопатогенной нематоды (ЭПН) *S. feltiae* в инсектицидах – БИ 58, диазинон, фастак, валсарел, карате, арриво-циперсан, применяемых против колорадского жука, при различной временной (24 и 48 ч) экспозиции в них. Результаты исследований показали высокую толерантность ЭПН *S. feltiae* к указанным инсектицидам. Выживаемость *S. feltiae* в ядохимикатах через 24 ч колебалась от 48,3 % до 99,4, за исключением арриво-циперсана – 2,9 %. При 48 часовой экспозиции выживаемость составила 11,2–96,8 %, за исключением арриво-циперсана и фастака – 0 %. Полученные результаты могут позволить разработать методы использования нематодо-инсектицидной смеси в комплексной борьбе против колорадского жука с уменьшением концентрации ядохимиката, что позволит сократить загрязнение почвы и водоёмов.

Ключевые слова: инсектициды, окружающая среда, биологический метод, энтомопатогенные нематоды, насекомые–вредители

**SURVIVAL OF INVASIVE LARVAE OF *STEINERNEMA FELTIAE*
(FILIPJEV, 1934), (RHABDITIDA: STEINERNEMATIDAE)
THE ENTOMOPATOGENIC NEMATODE IN VARIOUS INSECTICIDES USED
AGAINST THE COLORADA POTATO BEETLE**

Rubtsova L. E.

The aim of the research was to study the possibility of reducing the use of pesticides in the control of the Colorado potato beetle. In laboratory conditions, the survival rate of the larvae of *S. feltiae* the entomopathogenic nematode (EPN) in such insecticides as BI 58, diazinon, fastak, valsarel, karate, arrivo-cypersan, used against the Colorado potato beetle, was studied at various times (24 and 48 hours) exposure. Research results have shown a high tolerance of *S. feltiae* to these insecticides. At 48 hour exposure the survival rate was 11,2–96,8 %, with the exception of arrivo-cypersan and fastak – 0%. The results obtained may allow the development of methods for the use of nematode-insecticide mixture in the integrated control of the Colorado potato beetle, with a decrease in the concentration of toxic chemicals, which will reduce pollution of the soil and water bodies.

Key words: insecticides, environment, biological method, entomopathogenic nematodes, pests.

Химический метод защиты растений от насекомых-вредителей высокоэффективен, однако неизмерим вред, который наносится окружающей среде и здоровью человека. Помимо вредителей, в заражённых агробиоценозах погибают и их энтомофаги, животные, птицы. Растения, потребляя воду из почвы, всасывают растворённые ядохимикаты, что впоследствии сказывается на качестве продуктов питания и самой почвы. При постоянном применении инсектицидов у насекомых-вредителей возникают мутантные расы, которые становятся невосприимчивыми к ядохимикатам, что заставляет увеличивать дозу и кратность обработок, а также вести разработку производства и применения новых ядов, что требует огромных материальных затрат. Ядохимикаты становятся дороже, и, как следствие, дорожают продукты земледелия и животноводства, а результатом является ещё большее отравление окружающей среды и ухудшение здоровья населения. Многие из инсектицидов способны к биоаккумуляции, т. е. при продвижении по пищевым цепям их концентрация увеличивается.

Энтомопатогенные нематоды (ЭПН) сем. *Steinernematidae* являются облигатными паразитами насекомых и обладают высочайшей степенью патогенности, что обусловило их применение как агента биологического метода борьбы с насекомыми-вредителями. Паразитарной является личиночная стадия ЭПН третьего возраста, обитающая в почве. В ки-

шечнике нематод присутствуют мутуалистические бактерии из рода *Xenorhabdus*, которые и способствуют высокой патогенности штейнернемадид.

Смерть насекомых, заражённых ЭПН из сем. *Steinernematidae*, наступает в течение 24–72 ч, в зависимости от вида насекомого, стадии его развития и способа внесения нематод. Инфекционные личинки нематод проникают в насекомое–хозяин через его естественные отверстия – рот, дыхальца, анус. Описано три типа движения инфекционных стадий нематод – скольжение, образование мостика, прыжки [10]. Обширный круг насекомых-хозяев, высокая смертность последних, простота применения нематод побудили учёных к разработке методов экономически приемлемого, массового производства ЭПН на искусственных средах. Впервые искусственная среда для разведения ЭПН была разработана Глезером, который выбрал для этой цели глюкозо-телячий агар [7]. В настоящий момент нематод коммерчески производят в биореакторах [5, 6].

Энтомопатогенные нематоды широко применяются как биологический метод защиты растений от насекомых–вредителей, но к сожалению, химические методы с использованием инсектицидов преобладают. Пестициды являются основной селективной силой в развитии эволюции насекомых-вредителей. Более того, насекомые-вредители, подвергшиеся обработке ядохимикатами, могут быть более толерантными к другому стрессу, что еще более усиливает их успех в адаптации к различным агроэкосистемам [4].

Нематоды применяются на культурах, при выращивании которых вносятся удобрения и химические инсектициды, некоторые из них могут оказывать отрицательное влияние на выживаемость и инфекционность этих нематод [8], поэтому необходимо знать степень восприимчивости нематод к применяемым ядохимикатам и какие инсектициды помогают нематодам в комплексном контроле над насекомыми-вредителями. Таким образом, крайне важно критически оценить совместимость инсектицидов и энтомопатогенных нематод при внедрении ЭПН в комплексный контроль над вредителями, что может быть экономически выгодным и экологически полезным в интегрированной борьбе с насекомыми–вредителями. Имеются исследования, говорящие о синергическом взаимодействии пяти видов ЭПН, в том числе нематод *S. feltiae* с никотиноидными инсектицидами в борьбе против восточного жука *Exomala (=Anomala) orientalis* и японского жука *Popillia japonica* (*Coleoptera: Scarabaeidae*). Подобную комбинацию можно использовать в методе точечной обработки участков деревьев, ограничивая воздействие ядохимикатов на окружающую среду [9].

Ранее нами изучалось влияние отдельных ядохимикатов (тиодан, фозалон, цимбуш, сумитидин,) применяемых против хлопковой совки, на ЭПН *S. carpocapsae*. Результаты показали высокую степень толерантности *S. carpocapsae* к указанным инсектицидам [2]. В настоящее время объектом наших исследований служили инвазионные личинки 3-го возраста нематод *S. feltiae*. Для испытаний были взяты 5 инсектицидов в концентрациях, применяемых на полях против колорадского жука: БИ-58 – 0,05 %, 0,07 %; диазинон 0,06 %; волсарел 0,05 %, относящиеся к фосфорорганическим соединениям (ФОС), карате (кунфу) 0,02 %; 0,03 %, арриво-циперсан 0,02 %; 0,03 % (пиретроиды) – при различной экспозиции нематод, (24 и 48 ч), в указанных инсектицидах. Определение токсичности инсектицидов проходило в лабораторных условиях при 24 °С. Эксперименты проводили в стеклянных бюксах, в которые вносили по 3 мл водного раствора ядохимиката в испытываемой концентрации и 200–215 экз инвазионных личинок *S. feltiae*. Контролем служили 200–215 инвазионных личинок нематод, помещённых в 3 мл водопроводной воды. После соответствующей временной экспозиции в ядохимикатах и контроле подсчитывали количество погибших или выживших личинок нематод.

Итальянскими учёными при изучении влияния 75 пестицидов различных химических групп на жизнеспособность, инфекционность и подвижность личинок ЭПН *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar установлена токсичность 16 видов ядохимикатов. Некоторые из них имели временное воздействие на личинок нематод, поскольку в отдельных случаях ЭПН быстро восстанавливали как инфекционность, так и подвижность после промывания в воде или помещении в почву [11]. Эти данные подтверждаются и нашими исследованиями.

При экспозиции нематод в течении 24 и 48 ч в 0,02 и 0,03 % карате наблюдалось следующее. Внешне нематоды выглядели мёртвыми и при прикосновении к ним препаративной иглой никак не реагировали. Часть нематод имела прямую форму, часть как бы застыли в

движении. Все нематоды были оставлены в обыкновенной воде. Через 2–3 ч выдерживания в воде нематоды восстанавливали двигательную активность, после чего подсчитывались живые нематоды. Такая же или похожая картина наблюдалась и при экспериментах с фастикаком и валсарелом. Проведённые исследования показали, что при 24-часовой экспозиции в 0,05 и 0,07 % БИ-58 выжило 98,2 и 52,3 % нематод, через 48 часов выживаемость составила 87,3 % и 46,2 %, соответственно. В 0,06 % диазиноне выжило 99,4 и 96,8 %, в 0,0125 % фастикаке – 54,1 и 0 %, в 0,05 % валсареле 95,6 и 94,5 %, в 0,02 % арриво-циперсане 2,9 и 0%. Выживаемость личинок ЭПН *S. feltiae* в карате также была высокой: в 0,02 % она составила 95,8 и 93,7 %, в 0,03–48,3 и 11,2 %. В контрольных пробах (в воде) смертность нематод отсутствовала.

Некоторые исследования по изучению воздействия ядохимикатов на нематод показывают высокую смертность последних даже при короткой экспозиции в ядах, но есть и противоположные данные, говорящие о высокой толерантности нематод к инсектицидам [1, 3]. Поэтому не стоит спешить с выводами. Необходимо учитывать видоспецифичность нематод, концентрацию ядохимиката, влажность почвы и воздуха, температуру воздуха и другие агробиотические факторы. Помимо совместного (в одном резервуаре) применения инсектицидов и ЭПН, возможно чередовать их применение, учитывая стадию развития вредителя. ЭПН могут быть более эффективны при внесении их в почву, так как почва является естественной средой обитания инвазионных личинок нематод 3-го возраста. В нематодо-инсектицидной смеси можно уменьшить концентрацию применяемого ядохимиката, что будет способствовать синергетическому взаимодействию инсектицида и нематод, а также повысит процент выживаемости нематод в яде за счёт снижения концентрации последнего. Снижение концентрации инсектицидов уменьшит антропогенную нагрузку на окружающую среду и будет способствовать детоксикации почв и водоёмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безрученко Н. Н. Влияние инсектицидов на энтомопатогенные нематоды // Вестник Полесского государственного университета / Н. Н. Безрученко // Серия природоведческих наук. – 2010. – Вып. 1. – С. 67–71.
2. Рубцова Л. Е. Чувствительность *Neoplectana carpocapsae* к некоторым инсектицидам, применяемым против хлопковой совки / Л. Е. Рубцова // Тр. Конф. мол. Уч., посв. 70-летию ВЛКСМ. – Баку, 1988. – С. 51.–
3. Barbara K. A., Buss E. A. Integration of Insect Parasitic Nematodes (Rhabditida Steinernematidae) with Insecticides for Control of Pest Mole Crickets (Orthoptera : Gryllotalpidae: Scapteriscus spp.) //Journal of Economic Entomology. – 2005. – 98, 3: 689–693. – DOI: 10.1603/0022–0493–98.3.689.
4. Brevik K., Lindström L., McKay S. D., Chen Y. H. Transgenerational effects of insecticides —implications for rapid pest evolution in agroecosystems // Current Opinion in Insect Science, 2018. – Vol. 26. – P. 34–40. – DOI:10.1016/j.cois.2017.12.007.
5. Ehlers R.-U. Mass production of entomopathogenic nematodes for plant protection. //Applied Microbiology and Biotechnology. – 2001. – 56. – P. 623–633. – DOI:10.1007/s002530100711.
6. Ehlers R.-U., Shapiro-Ilan D. Mass production / In Grewal P. S., Ehlers R.-U., Shapiro-Ilan D. I. (Eds.) // Nematodes as biocontrol agents. 2005. – pp. 65–78. Wallingford: CABI.)
7. Glaser R. W. The cultivation of a nematode parasite of insect // Science. – 1931. – V. 37. – №43, 115 – 121.
8. Grewal P. S. Entomopathogenic nematodes: Potential for exploration and use in South America / P. S. Grewal, E. A. B. De Nardo, M. M. Aguilera // Neotropical Entomology, 2001. – 30 : 191–205.
9. Koppenhöfer A. M. Comparison of neonicotinoid insecticides as synergists for entomopathogenic nematodes / Koppenhöfer A. M., Cowles R. S., Cowles E. A., Fuzy E. M., Baumgartner L. // Biological Control. – 2002, 24. – 90–97. – DOI: 10.1016/S1049–9644(02)00008–7.
10. Reed E. M. Leaping locomotion by an insect-parasitic nematode / E. M. Reed, H. R. Wallace // Nature (Lond.), 1965, 206: 210–211.
11. Rovesti L. Compatibility of pesticides with the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Nematoda: Heterorhabditidae) / L. Rovesti, E. W. Heinzpeter, F. Tagliente, K. V. Deseo // Nematologica, 1988. – 34. – 462–476.

УДК. 579.26.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗЛАГАЮЩИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ И КАТАЛАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ

Багирова Чинара Зияфетовна, докторант Института микробиологии НАН Азербайджана, Азербайджан, Баку, *bagirovacinara85@gmail.com*

Гасанова Зульфия Пашаевна, докторант Института микробиологии НАН Азербайджана, Азербайджан, Баку, *zulfiya.hasanova.76@mail.ru*

Загрязнение серо-бурой почвы тяжелыми металлами приводит к существенному снижению активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Установлено снижение каталазной активности при уровне загрязнения 5 и 10 ПДК Zn, Pb, Cu. Снижение целлюлозоразлагающей активности под действием высоких доз Cu составило 51 %, каталазной активности 45 % по сравнению с контролем; при внесении Zn – 45 %, максимальное угнетение фермента каталазы – 67 %. Максимальное снижение целлюлозоразлагающей активности под действием Pb составила 54%, каталазы – 51 %, Co – 32 %, каталазной активности – 28 %.

Ключевые слова: г. Сумгаит; почвы; тяжелые металлы; загрязнение; целлюлозоразлагающие микроорганизмы; каталаза; воздействие тяжелых металлов.

EXPOSURE TO HEAVY METALS ON CELLULOSE-DECOMPOSING MICROORGANISMS AND CATALASE ACTIVITY

Bagirova Ch. Z., Gasanova Z. P.

Contamination of gray-brown soil with heavy metals leads to a significant decrease in the activity of cellulose-decomposing microorganisms. A decrease in catalase activity was established at a pollution level of 5 MAC and 10 MAC of Zn, Pb, and Cu. The decrease in cellulose-decomposing activity under the action of high doses of Cu was 51%, the catalase activity was 45% compared with the control; cellulose decomposing activity when making Zn – 45%, the maximum inhibition of the enzyme catalase – 67%. The maximum decrease in cellulose degrading activity under the action of Pb was 54 %, catalase – 51%. Under the action of Co, the maximum decrease in cellulose-decomposing activity was 32%, and catalase activity – 28%.

Key words: Sumgayit; soil; heavy metals; pollution; cellulose decomposing microorganisms; catalase; heavy metal exposure.

Среди антропогенных факторов техногенного воздействия на городские экосистемы автомобильный транспорт и крупные промышленные предприятия занимают лидирующее место. Многочисленными исследованиями было установлена чувствительность ферментов при различных дозах тяжелых металлов [7, 1, 3, 6]. При этом характерно, что уменьшение показателей биогенности этих почв по мере увеличения степени загрязненности коррелирует с уменьшением урожайности сельскохозяйственных культур и увеличением аккумуляции тяжелых металлов в растительной продукции.

Исследования, проведенные в Баку-Сумгаитском регионе, показали наличие в образцах почв и растений данного региона тяжелых металлов в концентрациях от следов до многократно превышающих ПДК этих элементов [4]. В воздушном бассейне города Сумгаита было выявлено содержание металлов (мг/м^3): соединений ванадия – 0,01 (5 ПДК), свинца – 0,05 (3 ПДК), марганца – 0,03 (3 ПДК), кадмия – менее 0,01 [2]. Эти соединения тяжелых металлов в конечном итоге оседают на поверхность почвенного покрова. В почвенном покрове региона, находящегося в сфере влияния техногенных выбросов промышленных объектов Баку и Сумгаита, отмечается процесс аккумуляции в верхнем слое почв (0–20 см) токсичных тяжелых металлов: свинца, кадмия, хрома, никеля, ванадия, а также менее токсичных элементов – меди, цинка, кобальта, молибдена и марганца.

В этой связи нами исследовано воздействие тяжелых металлов на биогенность городских почв гг. Баку и Сумгаит.

Объекты и методы исследований. Нами изучено влияние тяжелых металлов на целлюлозоразлагающие микроорганизмы и каталазную активность почв. При изучении влияния различных форм тяжелых металлов на ферментативную активность почв и целлюлозо-

разлагающих микроорганизмов при разных уровнях загрязнения нами в образец почвы, отобранной с территории Джейранбатанского водохранилища, вносились соли Cu, Zn, Pb и Co по следующей схеме: 1) контроль; 2) 1 ПДК; 3) 2 ПДК; 4) 5 ПДК; 5) 10 ПДК. Для внесения в почву использовали водорастворимые соли тяжелых металлов: хлористую медь CuCl_2 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. В почву вносили 1 % водные растворы солей тяжелых металлов разного объема согласно варианту опыта.

При изучении влияния тяжелых металлов на микробиологическую активность серо-бурой почвы при различных уровнях загрязнения определяли численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и каталазную активность почвы. Численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов определяли на среде Гетчинсона с фильтровальной бумагой, каталазную активность определяли по методу Ф. Х. Хазиева [8]. Почву для анализа отбирали с территории Джейранбатанского водохранилища – целинный участок) в качестве фоновой территории, которая примыкает к городу Сумгаит. Почвы как фоновой территории, так и города Сумгаит – серо-бурые [5]. Объем проб почв – 200 г.

Загрязненную ТМ почву компостировали в сосудах и определяли микробиологическую активность через 25 и 50 дн инкубации.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показали (таблица), что как через 25, так и через 50 дн инкубации загрязнение серо-бурой почвы тяжелыми металлами приводит к существенному снижению активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов. В случае внесения Pb и Cu в возрастающих дозах целлюлозолитическая способность почвы уменьшается постепенно. При внесении Cu и Zn уже в варианте загрязнения уровня 1 ПДК установлено резкое падение скорости распада клетчатки в срок наблюдения 25 и 50 дн.

Согласно данным нашего эксперимента, для оценки ингибирующего действия металлов на численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов их можно расположить в ряд: $\text{Pb} < \text{Co} < \text{Cu} < \text{Zn}$.

Таблица 1 – Воздействие тяжелых металлов на численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и каталазную активность почв

Варианты	Наименование металла								Каталаза, мл 0,1 KMnO_4
	Цинк		Кобальт		Медь		Свинец		
	25 дн	50 дн	25 дн	50 дн	25 дн	50 дн	25 дн	50 дн	
Чистая почва	$3,2 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^5$	0,82
1 ПДК	$2,2 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^5$	0,80
2 ПДК	$1,3 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^5$	0,77
5 ПДК	$1,7 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	$1,4 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$	$1,4 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^4$	0,70
10 ПДК	$1,1 \cdot 10^4$	$0,9 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^4$	$0,95 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	$0,8 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	0,46

Статистически установлено достоверное снижение каталазной активности при уровне загрязнения 5 и 10 ПДК Zn, Pb, Cu. Существенный спад микробиологической активности почвы наблюдается с внесением Cu в количестве 5–10 ПДК.

Снижение целлюлозоразлагающей активности под действием высоких доз Cu составило 51 %, каталазной активности 45 % по сравнению с контролем; целлюлозоразлагающей активности при внесении Zn – 45 %, максимальное угнетение фермента каталазы – 67 %. Максимальное снижение целлюлозоразлагающей активности под действием Pb составила 54 %, каталазы – 51 %. Под действием Co максимальное снижение целлюлозоразлагающей активности составило 32%, каталазной активности – 28%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологическая активность почв в условиях аэротехногенного загрязнения на Крайнем Севере / Г. А. Евдокимова, Е. Е. Кислых, Л. А. Мозгова. – Л., 1984. – 120 с.
2. Касимов М. С. Вопросы рекреационного обеспечения населения Бакинской городской агломерации / М. С. Касимов. – Баку, Элм, 1996. – 270 с.

3. Крамарева Т. Н. Ферментативная активность почв при различных антропогенных воздействиях. Автореф. дисс...к. б. н. Т. Н. Крамарева. – Воронеж, 2003. – 26 с.
4. Мамедов О. Г. Тяжелые металлы в почвенном покрове Бакинского региона / О. Г. Мамедов, Э. А. Муганлинская, Г. Г. Агаев // Ж. Энергия, Экология, Экономика. – Баку, 1999. – № 3–4. – С. 128.
5. Морфогенетические профили почв Азербайджана. – Баку : Элм, 2004. – 197 с.
6. Пятакова Л. П. Влияние тяжелых металлов на биологическую активность светлосерых лесных почв Центральной части Нечерноземной зоны : Дисс. ... к. с.-х. н. Л. П. Пятакова. – Нижний Новгород, 2013. – 186 с.
7. Стефурак В. П. Влияние техногенного загрязнения на численность и состав микробных сообществ почв / В. П. Стефурак. – Киев, 1982. – 230 с.
8. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. Ин-т биологии Уфим. НЦ / Ф. Х. Хазиев. – М. : Наука, 2005. – 252 с.

УДК 63.631. 41

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВЕРХНЕМ СЛОЕ ПОЧВЫ

Теучеж Аминет Аслановна, доцент, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

В статье рассматривается накопление тяжелых металлов в верхних слоях почвы. Содержание органического вещества – один из почвенных факторов, влияющих на характер перераспределения тяжелых металлов. Тяжелые металлы, поступающие на поверхности почвы, накапливаются в почвенной толще, особенно в верхних гумусовых слоях, и постепенно снижают концентрацию при потреблении растениями. Тяжелые металлы из большого числа разнообразных химических веществ, поступающих в окружающую среду от антропогенных источников, занимают особое место. Постоянное потребление растительной продукции даже со слабо загрязнённых этими элементами почв может приводить к аккумулятивному эффекту, то есть к постепенному увеличению их содержания в живом организме, а повышенные концентрации обычных микроэлементов могут стать токсичными. Токсичные элементы при очень малых концентрациях не оказывают вредного воздействия на растения и животный мир. Негативные последствия повышения концентраций тяжёлых металлом в окружающей среде дают основание относить их к категории приоритетных загрязнителей. Наиболее типичные тяжёлые металлы: свинец, кадмий, ртуть, цинк, молибден, никель, кобальт, олово, титан, медь, ванадий. Получение достоверной информации о фоновом содержании тяжелых металлов в почвах, процессах их накопления и перераспределения, динамике их содержания, а также выявление вклада различных источников тяжелых металлов в процессы загрязнения почв агроландшафтов приобретают весьма актуальное значение. В первую очередь, тяжелые металлы влияют на биологические свойства почвы, видовой состав и численность микроорганизмов, ферментативную активность, гумусовое состояние. Однако их воздействие на органическое вещество почвы мало изучено. По результатам наших исследований установлены сильные корреляционные связи между органическим веществом и тяжелыми металлами. Коэффициенты корреляции органического вещества с разными металлами варьирует от 0,71 до 0,86. Анализ динамики среднегодового содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов за период 2007–2015 гг. позволил выявить основную тенденцию в их накоплении в целом по всему участку мониторинга. Содержание в почве большинства из рассматриваемых металлов с течением времени возрастает. Максимальное содержание никеля наблюдалось в 2011 г. и достигло 3,95 ПДК. Максимальные значения меди приходятся на 2012 г. и приблизительно равны 2,25 ПДК. Уровни наиболее токсичных металлов – свинца, кадмия, кобальта – на протяжении всего периода исследования редко превосходили предельно допустимые значения.

Ключевые слова: тяжелые металлы, подвижные формы, валовое содержание, свойства почв, содержание органического вещества.

THE ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN THE UPPER SOIL LAYER

Teuchezh A. A.

The article deals with the accumulation of heavy metals in the upper soil layers. The content of organic matter-one of the soil factors affecting the nature of the redistribution of heavy metals. Heavy metals entering the soil surface accumulate in the soil column, especially in the upper humus layers, and gradually reduce the concentration when consumed by plants. Heavy metals from a large variety of chemicals coming into the environment from anthropogenic sources occupy a special place. The constant consumption of plant products, even with poorly contaminated soils, can lead to accumulative effects, that is, to a gradual increase in their content in the living organism, and that increased concentrations of conventional trace elements can become toxic. Toxic elements at very low concentrations do not have harmful effects on plants and animals. The negative effects of increased concentrations of heavy metals in the environment make them a priority pollutant. The negative effects of increased concentrations of heavy metals in the environment make them a priority pollutant. The most typical heavy metals: lead, cadmium, mercury, zinc, molybdenum, Nickel, cobalt, tin, titanium, copper, vanadium Obtaining reliable information about the background content of heavy metals in soils, the processes of their accumulation and redistribution, the dynamics of their content, as well as the identification of the contribution of various sources of heavy metals in the soil contamination of agricultural landscapes is very important. First of all, heavy metals affect the biological properties of the soil, species composition and number of microorganisms, enzymatic activity, humus state. However, their impact on soil organic matter little is studied On the results of our studies have found strong correlations between organic matter and heavy metals. The correlation coefficients of organic matter with different metals range from 0.71 to 0.86. Analysis of the dynamics of the average annual content of gross and mobile forms of heavy metals for the period 2007-2015 allowed to identify the main trend in their accumulation in General throughout the monitoring area. The content of most of the considered metals in the soil increases over time. The maximum Nickel content was observed in 2011 and reached 3.95 MPC. The maximum copper values come in 2012 and are approximately equal to 2.25 MPC. Levels of the most toxic metals lead, cadmium, cobalt throughout the study period rarely exceeded the maximum permissible values.

Key words: heavy metals, mobile forms, gross forms, soil properties, organic matter content

Тяжелые металлы, поступающие на поверхность почвы, накапливаются в почвенной толще, особенно в верхних гумусовых слоях, и постепенно снижают концентрацию при потреблении растениями. Содержание органического вещества – один из почвенных факторов, влияющих на характер перераспределения тяжелых металлов [1, 3, 7].

Тяжелые металлы занимают особое положение в биосфере. Они входят в состав витаминов, ферментов, гормонов, выполняющих функцию биокатализаторов и биорегуляторов важнейших физиологических процессов. Даже при весьма низкой потребности живых организмов в металлах их концентрации должны поддерживаться на необходимом уровне. Вместе с тем металлы – важный фактор развития мировой цивилизации. Негативные последствия повышения концентраций тяжёлых металлов в окружающей среде дают основание относить их к категории приоритетных загрязнителей. Наиболее типичные тяжёлые металлы: свинец, кадмий, ртуть, цинк, молибден, никель, кобальт, олово, титан, медь, ванадий [2, 14, 19].

Из атмосферы в почву тяжелые металлы попадают чаще всего в форме оксидов, где постепенно растворяются, переходя в гидроксиды, карбонаты или в форму обменных катионов. Если почва прочно связывает тяжелые металлы, то это предохраняет от загрязнения грунтовые и питьевые воды и растительную продукцию. Сама почва постепенно становится все более загрязненной, и в какой-то момент может произойти разрушение органического вещества почвы с выбросом тяжелых металлов в почвенный раствор. В итоге такая почва окажется непригодной для сельскохозяйственного использования [6, 8, 9].

В первую очередь тяжелые металлы влияют на биологические свойства почвы, видовой состав и численность микроорганизмов, ферментативную активность, гумусовое состояние. Однако их взаимодействие с органическим веществом почвы мало изучено [5, 10, 12].

С органическим веществом почвы металлы могут образовываться комплексные соединения, которые менее доступны для поглощения растениями. Поэтому на почвах с вы-

соким содержанием органического вещества опасность накопления избыточного количества тяжелых металлов в растениях меньше, чем в малоплодородных и с низким содержанием гумуса. Образующиеся металлоорганические комплексы являются в большинстве случаев не способными к преодолению клеточных мембран на контакте почва–корень. При внесении органических удобрений подвижность тяжелых металлов, как правило, снижается [3, 7, 20]. Количественное выражение этого процесса может быть подвержено резким изменениям и сильно зависит от реакции среды в почве. В то же время следует иметь в виду, что на гумусированных почвах могут образовываться и подвижные формы тяжелых металлов, связанные с органическим веществом, способные мигрировать за пределы корнеобитаемого слоя с инфильтрационными водами. На гумусированных почвах в результате активно текущих биологических процессов образуется большое количество нитратов, которые при определенных условиях также могут усиливать миграцию тяжелых металлов за пределы корнеобитаемого слоя [11, 13, 17].

Характер вертикального распределения тяжелых металлов в естественных и техногенных ландшафтах существенно различается. Для техногенных территорий, независимо от типа почвы, характерен регрессивно-аккумулятивный тип распределения, проявляющийся в накоплении металлов в верхнем гумусовом горизонте почвы и резком понижении их содержания в нижележащих горизонтах [1, 4, 15].

Для установления связей между органическим веществом и содержанием тяжелых металлов по профилю почвы нами определены коэффициенты корреляции [6, 8, 9]. Установлены сильные корреляционные связи между органическим веществом и тяжелыми металлами. Коэффициенты корреляции органического вещества с разными металлами варьируют от 0,71 до 0,86.

Тяжелые металлы из большого числа разнообразных химических веществ, поступающих в окружающую среду от антропогенных источников, занимают особое место. Постоянное потребление растительной продукции даже со слабо загрязнённых этими элементами почв может приводить к аккумулятивному эффекту, то есть к постепенному увеличению их содержания в живом организме, а повышенные концентрации обычных микроэлементов могут стать токсичными [10, 15, 19]. Токсичные элементы при очень малых концентрациях не оказывают вредного воздействия на растения и животный мир. Поэтому получение достоверной информации о фоновом содержании тяжелых металлов в почвах, процессах их накопления и перераспределения, динамике их содержания, а также выявление вклада различных источников тяжелых металлов в процессы загрязнения почв агроландшафтов приобретают весьма актуальное значение [16, 18, 20].

Вместе с тем весьма сложное поведение тяжелых металлов в системах агроландшафтов и технические трудности, связанные с обработкой больших массивов данных почвенного мониторинга, являются причиной недостаточной изученности совместного распределения и взаимодействия этих элементов, характерна их взаимоотношения с агрохимическими свойствами почв и особенностей сезонной динамики. Актуальность исследования связана с необходимостью совершенствования теоретической, методической и технологической основ обработки данных мониторинга экологического состояния почв антропогенно преобразованных ландшафтов [11, 13, 17].

Анализ динамики среднегодового содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов за период 2007–2015 гг. (таблицы 1, 2) позволил выявить основную тенденцию в их накоплении в целом по всему участку мониторинга. Содержание в почве большинства из рассматриваемых металлов с течением времени возрастает. При этом вариабельность содержания подвижных форм по годам невысокая. Значительно варьируют концентрации кадмия, никеля и меди. Максимальное содержание никеля наблюдалось в 2011 г. и достигло 3,95 ПДК. Максимальные значения меди приходятся на 2012 г. и приблизительно равны 2,25 ПДК. Уровни наиболее токсичных металлов свинца, кадмия, кобальт на протяжении всего периода исследования редко превосходили предельно допустимые значения.

Таблица 1 – Среднегодовое валовое содержание тяжелых металлов (мг/кг) на участке мониторинга за период 2010-2015 гг.

Годы Элемент	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Co	10,96±0,076	12,26± 0,069	13,82± 0,227	14,50± 0,105	14,35± 0,38	12,80± 0,06
	0,22	0,25	0,28	0,29	0,29	0,26
Zn	66,87±0,53	74,19±0,56	79,52±1,05	87,71±3,73	84,11±0,96	77,46±0,62
	0,67	0,74	0,80	0,88	0,84	0,77
Cu	25,01±0,17	25,03±0,20	27,39±0,57	26,59±0,62	26,62±0,59	26,55±0,15
	0,45	0,46	0,50	0,48	0,48	0,48
Mn	745,05±4,78	741,5±5,74	728,80±7,41	729,87±4,21	708,41±6,16	733,27±4,06
	0,50	0,49	0,49	0,49	0,47	0,49
Pb	18,35±0,11	19,88±0,13	21,50±0,25	22,56±0,16	22,77±0,25	22,72±0,14
	0,61	0,66	0,72	0,75	0,76	0,76
Cd	0,13±0,001	0,14±0,001	0,14±0,001	0,15±0,002	0,19±0,003	0,22±0,002
	0,13	0,14	0,14	0,15	0,19	0,22
Ni	51,13±0,53	53,37±0,39	52,29±0,28	54,07±0,25	54,39±0,26	53,96±0,16
	0,60	0,63	0,62	0,64	0,64	0,63

Примечание: верхняя строка – среднее значение (мг/кг), нижняя строка – кратность ПДК

Таблица 2 – Среднегодовые уровни подвижных форм тяжелых металлов (мг/кг) на участке мониторинга за период 2007–2015 гг.

Годы Элемент	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Co	0,008±0,001	1,67±0,099	0,92±0,037	2,49±0,05	3,69±0,041	3,71±0,055	3,69±0,051	3,65±0,054	3,86±0,057
	0,00	0,33	0,18	0,50	0,74	0,74	0,72	0,73	0,77
Zn	5,21±0,15	5,15±0,15	5,57±0,11	5,09±0,18	6,07±0,15	6,54±0,41	5,72±0,23	6,35±0,13	5,78±0,11
	0,23	0,22	0,24	0,22	0,26	0,28	0,25	0,28	0,25
Cu	-	-	-	4,37±0,055	5,14±0,05	6,75±0,38	5,61±0,52	5,72±0,05	5,66±0,048
	-	-	-	1,46	1,71	2,25	1,87	1,91	1,89
Mn	-	-	-	200,99±3,14	219,22±3,04	229,34±4,39	221,76±4,35	233,35±3,67	216,37±3,005
	-	-	-	0,40	0,44	0,46	0,44	0,47	0,43
Pb	0,05±0,004	2,05±0,076	3,76±0,044	3,37±0,05	4,10±0,057	4,39±0,09	4,38±0,06	4,6±0,09	4,49±0,07
	0,01	0,34	0,63	0,56	0,68	0,73	0,73	0,77	0,75
Cd	0,006±0,000	0,023±0,001	0,034±0,001	0,046±0,001	0,061±0,001	0,064±0,000	0,07±0,001	0,08±0,001	0,099±0,001
	0,00	0,05	0,07	0,09	0,12	0,13	0,14	0,16	0,20
Ni	-	-	-	5,55±0,06	7,90±0,09	6,58±0,08	7,76±0,20	6,62±0,14	6,99±0,07
	-	-	-	2,78	3,95	3,29	3,88	3,31	3,50
Суммарный индекс загрязнения (Z)	-	-	-	0,01	1,9	1,88	2,03	1,63	1,79

Примечание: верхняя строка – среднее значение (мг/кг); нижняя строка – кратность ПДК; жирным шрифтом выделены превышения ПДК

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Динамика органического вещества и проблемы его трансформации в почвах агроландшафта степной зоны края / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов, О. А. Мельник // Экологический Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 5–17.
2. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 31. – С. 41–47.
3. Белюченко И. С. Органические и минеральные отходы производства как сырьевая основа сложных компостов. Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах / И. С. Белюченко // Материалы междунар. науч.-практ. конф. / Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. – 2014. – С. 41–47.
4. Белюченко И. С. Влияние внесения органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 32. – С. 69–71.

5. Белюченко И.С. Влияние органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр.КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 34. – С. 88–90.
6. Белюченко И. С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 203–223.
7. Белюченко И.С. Экологические основы функционирования смешанных посевов в агроландшафтах Кубани [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 101. – С. 522–551.
8. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262 с.
9. Белюченко И. С. Биология развития и интродукция многолетних злаков в южных районах СНГ : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 443 с.
10. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2017. – 349 с.
11. Муравьев Е. И. Влияние отходов химического производства на загрязнение окружающих ландшафтов / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 4. – С. 77–86.
12. Муравьев Е. И. Перспективы использования фосфогипса в сельском хозяйстве / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко, Е. П. Добрыдnev // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 1. – С. 31–41.
13. Муравьев Е. И. Коллоидный состав и коагуляционные свойства дисперсных систем почвы и некоторых отходов промышленности и животноводства / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко // Тр. КубГАУ. – 2008.–Т. 2 (11). – С. 177–182.
14. Муравьев Е. И. Свойства фосфогипса и возможность его использования в сельском хозяйстве / Е. И. Муравьев, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2008. – Т. 4. – № 2. – С. 5–18.
15. Попова Т. В. Особенности распределения тяжелых металлов в корнеобитаемом слое чернозема обыкновенного в разных местообитаниях / Т. В. Попова, В. Н. Гукалов, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. –2010. – Т. 6.– № 1. – С. 24–26.
16. Теучеж А. А. Микробиологические, биохимические и технологические основы использования отходов животноводства / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 60–66.
17. Теучеж А. А. Состав и свойства наполнителей для производства органических компостов / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 3.
18. Теучеж А. А. Влияние рельефа на физические и химические свойства верхнего слоя чернозема обыкновенного / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 1. – С. 88–93.
19. Теучеж А. А. Концентрации макроэлементов и органического вещества в черноземах обыкновенных / А. А. Теучеж // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : Материалы междунар. науч. экол. конф. – Краснодар, 2017. – С. 782–788.
20. Теучеж А. А. Динамика фосфора в системе агроландшафта: на примере изучения агроландшафта ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края : дис. ... канд. биол. наук. / А. А. Теучеж. /– Краснодар, 2007. – 121 с.

СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ИОНОВ МЕДИ И РТУТИ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ

Наумова Галина Васильевна, доктор технических наук, профессор, Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, zhmakova@mail.ru

Жмакова Надежда Анатольевна, кандидат технических наук, Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, zhmakova@mail.ru

Макарова Наталья Леонидовна, кандидат технических наук, Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, nat.makarova05@gmail.com

Овчинникова Татьяна Феликсовна, кандидат технических наук, Институт природопользования НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск

Показано снижение токсического действия ионов тяжелых металлов (меди и ртути) на прорастание семян ячменя в присутствии гуминовых веществ, выделенных из торфов разного вида методом щелочной экстракции, и гуминовых препаратов, получаемых химической деструкцией торфа и бурого угля (Гидрогумат, Оксигумат и Бурогумин) и широко используемых в растениеводстве Беларуси в качестве регуляторов роста растений. Установлено, что детоксицирующая способность гуминовых препаратов зависит как от их природы, способа выделения из гумуссодержащего сырья, так и от их концентрации в среде, содержащей тяжелые металлы.

Ключевые слова: ионы меди и ртути, токсическое действие, семена ячменя, гуминовые вещества, энергия прорастания, детоксикация.

THE REDUCTION OF TOXIC ACTION OF COPPER IONS AND MERCURY ON SEED GERMINATION UNDER THE INFLUENCE OF HUMIC SUBSTANCES

Naumova G. V., Zhmakova N. A., Makarova N. L., Ovchinnikova T. F.

Shown to reduce the toxic effect of heavy metal ions (copper and mercury) on seed germination of barley in the presence of humic substances, allocated from peat by the method of alkaline extraction, and humic substances obtained by chemical degradation of the peat and brown coal (Gidrohumat, Oxihumate and Burahumin) and widely used in plant growing of Belarus as plant growth regulators. It is established that the detoxifying ability of humic preparations depends both on their nature, method of extraction from humus-containing raw materials, and on their concentration in the medium containing heavy metals.

Keywords: copper and mercury ions, toxic effect, barley seeds, humic substances, seed germination energy, detoxification.

Гуминовые вещества широко распространены в природных средах, а препараты, получаемые на основе гумуссодержащих ископаемых, все больше используются в растениеводстве и других отраслях сельского хозяйства, а также в промышленности, бальнеологии, физиотерапии [2].

Высокое содержание в составе гуминовых веществ различных функциональных групп, таких как карбоксильные, гидроксильные, карбонильные, хиноидные, обуславливает их высокую реакционную способность по отношению к металлам. В силу указанных свойств гуминовые вещества играют важную роль в процессах миграции тяжелых металлов, контролируя их геохимические потоки в окружающей среде. Поэтому прогноз развития ситуаций в природных средах, загрязненных тяжелыми металлами, невозможен без учета роли гуминовых веществ. Кроме того, гуминовые вещества, извлеченные из гумуссодержащего сырья, можно рассматривать как потенциальные препараты, способные уменьшить токсическое действие тяжелых металлов на живые организмы, в частности на растения. Это определяет актуальность изучения способности снижения токсического действия тяжелых металлов с помощью гуминовых веществ, выделенных из каустобиолитов, а также гуминовых препаратов, используемых в качестве регуляторов роста растений в современном земледелии.

Для проведения исследований было использовано 5 образцов гуминовых веществ, выделенных стандартным методом экстракции гидроксидом натрия из торфов разного вида ГВ-1 – из верхового сфагнового торфа со степенью разложения (R) 5–10 %, ГВ-2 – из торфа то-

го же вида с R 20–25 %, ГВ-3 – из верхового сосново-пушицевого торфа с R 30–35 %; ГВ-4 – из низинного осокового торфа с R 25–30 %, ГВ-5 – из древесно-тростникового торфа с R 20–25 %, а также гуминовые препараты – регуляторы роста растений, разработанные в Институте природопользования НАН Беларуси на основе продуктов химической переработки торфа и бурого угля: Гидрогумат (ГГ), Оксигумат (ОГ), Бурогумин (БГ). Эти препараты выпускаются и широко используются в растениеводстве республики в течение многих лет.

Для изучения степени токсического действия различных концентраций ионов меди и ртути семена ячменя замачивали в водных растворах медного купороса с концентрацией ионов меди (II) 1, 2, 5, 7, 10, 15, 20, 25 мг/л и азотнокислой ртути с концентрацией ионов ртути (II) 1, 2, 5, 7, 10, 15 мг/л. В контрольном варианте семена замачивались в воде. Выборка семян составляла 50 шт., повторность четырехкратная, время экспозиции – 24 ч. Затем растворы сливали, семена раскладывали в чашки Петри между увлажненными водой слоями фильтровальной бумаги и проращивали при температуре 20°C. Энергию прорастания семян определяли на третьи сутки по количеству проросших семян (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние различных концентраций ионов меди (II) и ртути (II) на энергию прорастания семян ячменя.

Вариант	Энергия прорастания семян, %								
	Концентрация иона в растворе, мг/л								
	0	1	2	5	7	10	15	20	25
Cu ²⁺	78	48	39	20	17	14	11	0	0
Hg ²⁺	78	38	21	14	8	0	0	-	-

Согласно полученным данным, при концентрации ионов меди в среде 20 мг/л, а ртути 10 мг/л происходит 100 %-ное подавление прорастания семян.

Параллельно проведена серия опытов по оценке биологической активности исследуемых препаратов. Семена ячменя замачивали в растворах гуминовых препаратов различной концентрации и определяли энергию прорастания семян по методике, описанной выше. Результаты исследования показали, что все препараты обладают ростстимулирующей активностью (таблица 2). Наибольшее влияние на энергию прорастания семян ячменя оказали гуминовые препараты Бурогумин, полученный из бурого угля, и торфяные регуляторы роста растений Гидрогумат и Оксигумат.

Таблица 2 – Влияние гуминовых препаратов на энергию прорастания семян ячменя.

Препарат	Энергия прорастания семян, %					
	Концентрация препарата, мг/л					
	5	10	30	50	100	150
ТГ-1	103±2,7	109±2,5	109±2,6	107±2,8	105±2,4	103±2,4
ТГ-2	111±2,7	118±2,8	121±2,2	123±3,6	118±2,7	110±2,9
ТГ-3	112±2,4	123±2,3	128±2,7	124±3,9	120±3,0	112±2,6
ТГ-4	113±2,3	118±2,7	126±3,0	133±2,4	128±2,3	120±2,4
ТГ-5	112±2,4	123±2,3	128±2,7	134±3,9	127±3,0	118±2,6
ГГ	119±2,5	134±2,4	138±2,2	135±2,9	130±2,4	115±2,4
ОГ	118±2,7	133±2,5	139±2,4	137±2,2	131±2,9	117±2,2
БГ	120±2,5	134±2,4	140±2,2	138±2,9	130±2,4	118±2,4

Энергия прорастания семян при концентрации препаратов в растворе 30–50 мг/л под их воздействием возрастает на 38–40 %. Гуминовые вещества, выделенные из торфов разного типа, проявляют меньшую активность.

Для изучения влияния гуминовых препаратов на степень токсичности ионов меди и ртути семена замачивали на 24 ч в растворах, содержащих летальные дозы (LD) тяжелых металлов (20 мг/л ионов меди и 10 мг/л ионов ртути), а также исследуемые препараты в различных концентрациях. Контролем служили семена, замоченные в воде.

Установлено, что все исследуемые гуминовые препараты снижают токсическое действие на семена как ионов меди, так и ионов ртути. У большинства препаратов наибольший

эффект отмечен при их концентрации от 100 до 150 мг/л. В этих случаях энергия прорастания семян составляла 60–70 % от уровня контрольного варианта.

Снижение токсического действия тяжелых металлов на растения под влиянием гуминовых веществ обусловлено как их способностью связывать тяжелые металлы, так и собственной биологической активностью гуматов. Поэтому для оценки детоксицирующей способности (D) препаратов была использована методика расчета [1].

Токсический эффект токсиканта (T_{Me}) оценивали как относительное уменьшение тест-отклика (энергии прорастания семян) в присутствии тяжелого металла (R_{Me}) по сравнению с тест-откликом в контроле (R_0):

$$T_{Me} = \frac{R_0 - R_{Me}}{R_0} \times 100 \%$$

Чтобы учесть биологическое действие гуминовых веществ на семена ячменя и его вклад в изменение уровня токсичности тяжелых металлов, токсический эффект при совместном действии гуминовых препаратов и токсикантов ($T_{ГВ+Me}$) рассчитывали с использованием в качестве контроля тест-отклика в присутствии только гуминовых препаратов ($R_{ГВ}$):

$$T_{ГВ+Me} = \frac{R_{ГВ} - R_{ГВ+Me}}{R_{ГВ}} \times 100 \%$$

Детоксицирующую способность (D) препаратов гуминовых веществ определяли как относительное уменьшение токсического эффекта тяжелого металла в присутствии гуминовых препаратов по сравнению с исходным токсическим эффектом тяжелого металла:

$$D = \frac{T_{Me} - T_{ГВ+Me}}{T_{Me}}$$

Таким образом, значение коэффициента D зависит только от связывающей способности гуминовых веществ по отношению к тяжелому металлу. Коэффициенты детоксикации, рассчитанные для гуминовых препаратов различного происхождения по отношению к летальным дозам ионов меди (20 мг/л) и ртути (10 мг/л), приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Коэффициенты детоксикации препаратами ионов меди (II)

Препарат	Коэффициенты детоксикации ($D_{LD=100}$)					
	Концентрация гуминового препарата (мг/л)					
	5	10	30	50	100	150
ТГ-1	0,31	0,41	0,49	0,53	0,60	0,60
ТГ-2	0,36	0,49	0,53	0,55	0,70	0,68
ТГ-3	0,40	0,45	0,55	0,62	0,72	0,73
ТГ-4	0,35	0,43	0,52	0,57	0,67	0,67
ТГ-5	0,38	0,47	0,52	0,56	0,73	0,74
ГГ	0,46	0,51	0,60	0,67	0,78	0,78
ОГ	0,45	0,51	0,61	0,69	0,74	0,75
БГ	0,47	0,59	0,68	0,72	0,83	0,86

Таблица 4 – Коэффициенты детоксикации препаратами ионов ртути (II)

Препарат	Коэффициенты детоксикации ($D_{LD=100}$)					
	Концентрация гуминового препарата (мг/л)					
	5	10	30	50	100	150
ТГ-1	0,17	0,25	0,49	0,54	0,63	0,63
ТГ-2	0,18	0,25	0,53	0,58	0,65	0,65
ТГ-3	0,19	0,27	0,51	0,55	0,63	0,64
ТГ-4	0,19	0,33	0,49	0,53	0,68	0,69
ТГ-5	0,22	0,36	0,54	0,57	0,63	0,65
ГГ	0,30	0,50	0,68	0,72	0,78	0,78
ОГ	0,28	0,47	0,65	0,68	0,75	0,76
БГ	0,35	0,53	0,73	0,76	0,83	0,83

Установлено, что детоксицирующая способность гуминовых препаратов зависит как от их природы, способа выделения из гумуссодержащего сырья, так и от их концентрации в среде, содержащей тяжелые металлы. Судя по коэффициентам, существует заметное различие детоксицирующей активности гуминовых препаратов, выделенных из однотипного сырья. Так, из торфяных препаратов наиболее активны по отношению к ионам меди и ртути образцы, выделенные из низинных торфов Т-4 и Т-5 и из сосново-пушицевого торфа ТГ-3, а из коммерческих регуляторов роста – препарат из бурого угля Бурогумин, Гидрогумат и Оксигумат, получаемые из торфа, находятся примерно на одном уровне. При этом все регуляторы роста растений проявляют более высокую активность по сравнению с гуминовыми препаратами, выделенными простой щелочной экстракцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жилин Д. М. Исследование реакционной способности и детоксицирующих свойств гумусовых кислот по отношению к соединениям ртути (II) : автореф. дис. ... канд. хим. наук. / Д. М. Жилин. – М. : МГУ, 1998. – 19 с.
2. Орлов Д. С. Свойства и функции гуминовых веществ / Д. С. Орлов // Гуминовые вещества в биосфере. – М., 1993. – С. 16–27.

УДК 631.46: 579.222.2

АДАПТАЦИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА ПОЧВЫ НА ГЕНЕТИЧЕСКОМ УРОВНЕ К ДЛИТЕЛЬНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫМИ БИФЕНИЛАМИ

Егорова Дарья Олеговна, кандидат биологических наук, доцент, «Институт экологии и генетики микроорганизмов УРО РАН» – филиал Пермского федерального исследовательского центра, *Россия, г. Пермь, daryao@rambler.ru*

Пьянкова Анна Александровна, «Институт экологии и генетики микроорганизмов УРО РАН» – филиал Пермского федерального исследовательского центра, *Россия, г. Пермь, annrpjankva@rambler.ru*

Шестакова Елена Анатольевна, «Институт экологии и генетики микроорганизмов УРО РАН» – филиал Пермского федерального исследовательского центра, *Россия, г. Пермь, she-lena1@ya.ru*

На территории, длительное время загрязненной хлорорганическими соединениями, в том числе полихлорированными бифенилами, отобраны образцы почв. В результате генетического анализа установлено, что почвы содержат бактериальные сообщества, которые способны выживать в присутствии полихлорированных бифенилов, так как содержат гены, кодирующие ферменты начальной атаки хлорированных бифенилов и их возможных метаболитов (бензойной кислоты).

Ключевые слова: полихлорированные бифенилы, почва, бактерии, гены, деструкция.

ADAPTATION OF THE BACTERIAL COMMUNITY OF SOIL AT THE GENETIC LEVEL TO THE LONG-TERM CHLORINATED BIPHENYLS POLLUTION

Egorova D. O., Pjankova A. A., Shestakova E. A.

On the territory polluted for a long time with organochlorine compounds, including polychlorinated biphenyls, soil samples were taken. As a result of genetic analysis, it was found that soils contain bacterial communities. It has been established, that communities are able to survive in the presence of polychlorinated biphenyls, since they contain genes encoding the initial attack enzymes of chlorinated biphenyls and possible metabolites (benzoic acid).

Keywords: polychlorinated biphenyls, soils, bacteria, gene, degradation.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) принадлежат к группе стойких органических загрязнителей (СОЗ) [2]. ПХБ по химической структуре являются ароматическими органи-

ческими соединениями, содержащими в качестве заместителей в молекуле атомы хлора [5]. ПХБ оказывают токсическое действие на все живые организмы на всех уровнях организации сообществ [8].

Длительное загрязнение данными соединениями почвы может приводить как к разрушению микробных сообществ почвы (при особо высоких концентрациях ПХБ), так и к адаптации микробиома почвы в процессе селективного отбора бактериальных штаммов, способных разрушать хлорированные бифенилы, их аналоги, а также образующиеся метаболиты [3, 8]. Способность к трансформации ПХБ обусловлена наличием специфических генетических систем у бактериального компонента микрофлоры почвы [7]. Описаны почвенные штаммы, осуществляющие эффективное разложение хлорированных бифенилов. Установлено, что у большинства данных штаммов присутствует так называемый «верхний» путь деструкции бифенила, кодируемый *bph*-опероном – окисление молекулы бифенила или хлорбифенила до стадии расщепления молекулы на бензойную/хлорбензойную кислоту и пентадиеновую кислоту. Основная роль в бактериальной трансформации ПХБ принадлежит ферменту бифенил диоксигеназа, кодируемому геном *bphA*, так как данный фермент осуществляет первичную атаку на молекулу бифенила/ПХБ, обуславливая ее дальнейшее разложение [5, 7].

Не менее важным является деструкция образующихся промежуточных соединений. Первичную атаку при разложении бензойной кислоты осуществляет фермент бензоат диоксигеназа, кодируемый геном *benA*. В процессе последующего метаболизма окисленная бензойная кислота разлагается до соединений цикла Кребса [4].

Таким образом, микробиом почвы, адаптированный к негативному воздействию хлорированных бифенилов, должен содержать гены, кодирующие ферменты начальных этапов окисления бифенила/ПХБ и бензойной кислоты.

Цель работы – установить наличие бактериального сообщества в почве, длительное время загрязненной ПХБ и другими соединениями группы СОЗ, а также выявить гены, ответственные за начальные пути окисления ПХБ и бензойной кислоты.

Материалы и методы. В работе использовали почвы, отобранные на территории г. Чапаевска, Самарской обл. В течение нескольких десятилетий 20-го века на ОАО «СВЗХ» г. Чапаевска производились соединения группы СОЗ. Анализ почв, отобранных с территории завода, показали высокий уровень загрязненностью ПХБ – 3,5–17,8 ПДК [1, 6]. Анализ почвы на наличие бактериального сообщества проводили методом выделения тотальной ДНК (Fast DNA spin kit for soil) с последующей амплификацией гена 16S рРНК. Концентрацию ДНК определяли на приборе QubitTM Fluorometer, (“Invitrogen”, США) при применении реактивов производителя.

Амплификацию гена 16S рРНК проводили с использованием стандартных бактериальных праймеров 27F и 1492R [9], на приборе MyCycler (“Bio-Rad Laboratories”, США). Продукты реакции разделяли методом электрофореза в 1%-ом агарозном геле при напряжении 10 В/см, окрашивали раствором бромистого этидия (5 мкг/мл) и фотографировали в УФ-свете с использованием системы гель-документирования Gel DocTM XR (“Bio-Rad Laboratories”, США).

С матрицы тотальной ДНК проводили амплификацию *bphA1*-генов с праймерами *bphA*-f 5'-aaggccggcgacttcatgac-3' и *bphA*-r 5'-tgctccgctgcaacttcc-3' специфичными к гену α -субъединицы бифенил 2,3-диоксигеназы, и *benA*-генов с праймерами *benA*-f 5'-gcccacgagagccagattccc-3' и *benA*-r 5'-ggtggcggcgtagttccagt-3', специфичными к гену α -субъединицы бензоат 2,3-диоксигеназы на приборе MyCycler (“Bio-Rad Laboratories”, США). Визуализацию полученного результата проводили как описано выше.

Результаты исследований. Из двух образцов почв, отобранных с территории г. Чапаевска в 2018г, получена тотальная ДНК в концентрации 18,4 (образец G1) и 27,0 мкг/мл (образец G2).

В результате амплификации гена 16S рРНК с использованием бактериальных праймеров 27F и 1492R получены фрагменты ДНК ожидаемой длины (рисунок 1). Таким образом, в микробоценозе исследуемых почв присутствует бактериальное сообщество.

М G1 G2 K⁺ K⁻

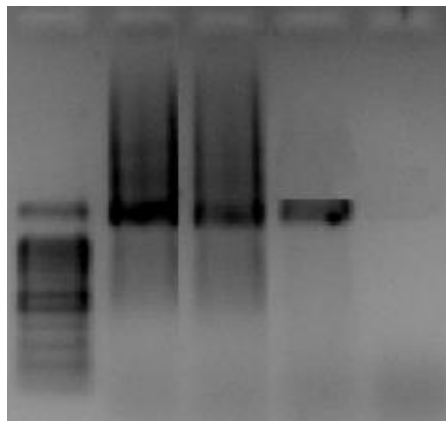


Рисунок 1 – Электрофореграмма амплифицированных фрагментов гена 16S рРНК :
 М – маркер молекулярных масс O'GeneRuler™ 100 bp Plus DNA Ladder (“Fermentas”, Литва),
 G1 и G2 – ампликоны из тотальной ДНК соответствующих образцов почв, K⁺ – положительный контроль,
 K⁻ – отрицательный контроль.

В результате амплификации с праймерами к генам *bphA1* и *benA* с тотальной ДНК образцов G1 и G2 получены ампликоны ожидаемой длины (~500 пн) (рисунок 2).

М G1 G2 K⁺ K⁻ М G1 G2 K⁺ K⁻

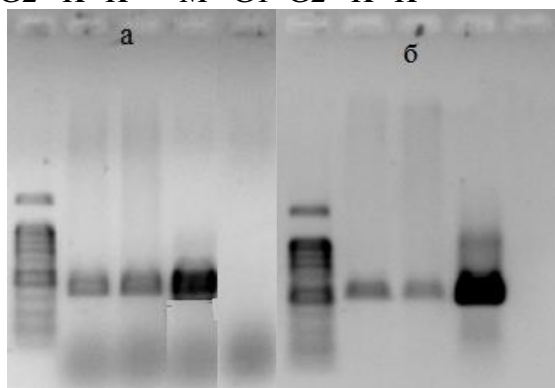


Рисунок 2 – Электрофореграмма амплифицированных фрагментов генов *bphA1* (а) и *benA* (б) :
 М – маркер молекулярных масс O'GeneRuler™ 100 bp Plus DNA Ladder (“Fermentas”, Литва),
 G1 и G2 – ампликоны из тотальной ДНК соответствующих образцов почв, K⁺ – положительный контроль,
 K⁻ – отрицательный контроль.

Таким образом, можно предположить, что в ДНК микробоценозов почв G1 и G2 присутствуют гены, кодирующие бифенил диоксигеназу и бензоат диоксигеназу - ферменты начального окисления бифенила/ПХБ и бензойной кислоты. Полученные результаты позволяют сделать заключение, что адаптация микробного сообщества исследуемых почв к загрязнению ПХБ произошла в следствии селекции бактериальных штаммов с преимущественным отбором *bphA1*⁺*benA*⁺ -генотипа.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №18-29-05016 мк.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров А. В. Эколого-микробиологическая оценка грунтов, загрязненных полихлорированными бифенилами / А. В. Назаров, Д. О. Егорова, А. А. Макаренко и др. // Экология человека. – 2016. – № 3. – С. 3–8.

2. Final act of the Conference of Plenipotentiaries on the Stockholm convention on persistent organic pollutants, Stockholm, 22–23 May // UNEP/POPS/CONF/4. United Nations Environment Programme. – Geneva, 2001. – 44 p.
3. Combined use of 16S ribosomal DNA and 16S rRNA to study the bacterial community of polychlorinated biphenyl-polluted soil / B. Nogales, E. R. Moore, E. Llobet-Brossa et al. // Appl. Environ. Microbiol. – 2001. – Vol. 67. – P. 1874–1884.
4. Parales R. E. Aromatic ring hydroxylating dioxygenases / R. E. Parales, S. M. Resnick // Pseudomonas. – 2006 – Vol. 4. – P. 287–340.
5. Pieper D. H. Bacterial metabolism of polychlorinated biphenyls / D.H. Pieper, M. Seeger // J. Mol. Microbiol. Biotechnol. – 2008. – Vol. 15. – P. 121–138.
6. Chapaevsk, Russia: POPs in the environment, food, breast milk and blood of local resident. Recommendations for environmental remediation / B. Revich, O. Sergeev, A. Shelepchikov et al. // Organohalogen compounds. – 2006. – Vol. 68. – P. 2351–2354.
7. Seeger, M. Genetics of biphenyl biodegradation and co-metabolism of PCBs / M. Seeger, D. H. Pieper // Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology. – Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, – 2010. – P. 1179–1200.
8. Advances and perspective in bioremediation of polychlorinated biphenyl-contaminated soils / J. K. Sharma, R. K. Gautam, S. V. Nanekar et al. // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2018. – Vol. 25. – P. 16355–16375.
9. Isolation and characterization of *Novosphingobium* sp. strain MT1, a dominant polychlorophenol-degrading strain in a groundwater bioremediation system / M. A. Tirola, M. K. Mannisto, J. A. Puhakka, M. S. Kulomaa // Appl. Environ. Microbiol. – 2002. – V. 68. – P. 173–180.

УДК 631.95:628.381.1

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ДЕТОКСИКАЦИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

Касатиков Виктор Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ВНИИОУ – филиал ФБГНУ «Верхневолжский ФАНЦ», *Россия, Владимирская область, п. Вяткино*, kasv47@yandex.ru.

Титов Игорь Николаевич, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых», *Россия, г. Владимир*, tit42@mail.ru.

Представлены сравнительные результаты опыта по изучению агроэкологических изменений, протекающих в дерново-подзолистой супесчаной почве под влиянием торфогуминового удобрения на фоне последствия осадка сточных вод. Было выявлено положительное прямое и косвенное влияние применения удобрения на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, миграцию тяжелых металлов в системе почва-растение.

Ключевые слова: торфогуминовое удобрение, почва, осадки сточных вод, тяжелые металлы.

THE INFLUENCE OF HUMIC SUBSTANCES ON DETOXIFICATION OF HEAVY METALS IN SOD-PODZOLIC SOIL

Kasatikov V. A., Titov I. N.

The article presents the comparative results of the experience in the study of agroecological changes occurring in sod-podzolic sandy loam soil under the influence of peat humic fertilizer on the background of the aftereffect of sewage sludge. The positive direct and indirect effect of fertilizer application on the agrochemical properties of sod-podzolic sandy loam soil, migration of heavy metals in the soil-plant system was revealed.

Key words: peat humic fertilizer, soil, sewage sludge, heavy metals.

Введение. Гуминовые вещества – гуминовые кислоты и фульвокислоты, а также их соли в виде гуматов и фульватов – в малых дозах оказывают прямое и косвенное влияние на

рост и развитие растений. Прямое действие заключается в регуляции ростовых процессов. Под влиянием гумусовых веществ изменяется проницаемость клеточных мембран, повышается активность многих ферментов, интенсивность дыхания, синтез белков и углеводов. Косвенный эффект связан с улучшением водно-физических свойств почвы, активизацией почвенной микрофлоры, влиянием на миграцию макро- и микроэлементов, повышением коэффициента использования минеральных удобрений, связыванием токсических веществ (пестицидов, тяжелых металлов и др.). При систематическом использовании гуминовых препаратов улучшается, в частности, почвенная структура, буферные и ионообменные свойства почвы, активизируется деятельность почвенных микроорганизмов, а минеральные элементы переводятся в доступную для растений форму [1, 2].

Целью настоящего исследования являлось изучение агроэкологических изменений, протекающих в дерново-подзолистой супесчаной почве с повышенным содержанием тяжелых металлов, под действием торфогуминового удобрения.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в микрополе в опыте, заложенном на опытном поле ВНИИ органических удобрений и торфа. Почва участков была дерново-подзолистая супесчаная. Торфогуминовое удобрение, получается методом щелочной обработки 0,1 н КОН диспергированного торфа. Далее рН среды доводится до нейтральной добавлением 1 н H_2SO_4 .

Дозы торфогуминового удобрения рассчитывались по содержанию общего углерода в вытяжке и вносились в жидком виде из расчета 3 и 6 г/м² органического углерода, что в переводе на 1 га составит 30–60 кг. В расчете на влажность ТГУ, равную 78,9 %, его дозы были равны соответственно 42 г/м² для ТГУ₁ и 84 г/м² для ТГУ₂.

Результаты и обсуждение. Полученные в ходе исследований результаты подтверждают положительное прямое и косвенное влияние ТГУ на почвенный агроценоз.

Применение ТГУ по фонам ОСВ 360 и 1440 т/га и известкования почвы способствовало снижению величин ЕКО, повышению в почве содержания $P_2O_{5\text{подв}}$ и $K_2O_{\text{обм}}$. Рост содержания $K_2O_{\text{обм}}$ обусловлен повышенным уровнем его в составе ТГУ, достигающим 2 %, и активизацией обменных процессов в почвенном поглощающем комплексе, насыщенном органоминеральными соединениями из ОСВ. Уровень гумусированности почвы с фоновым содержанием при дозе ОСВ 360 т/га 1,89–1,98 % повышается под действием ТГУ₁ и ТГУ₂ до 2,02–2,25 %. На вариантах с последствием ОСВ в дозе 1440 т/га содержание гумуса возрастает с 3,08–3,21 до 3,27–3,59 %.

На поступление ТМ в растения влияет ряд факторов, важнейшими из которых являются агрофизические свойства почв и динамика почвенных процессов, содержание металлов, состояние и трансформация их соединений, физиологические особенности растений. Известно, что по валовому количеству элементов в почве оценить обеспеченность ими растений трудно. Наиболее чувствительным показателем состояния ТМ является содержание в почве подвижных форм их соединений. Для оценки изменения и интенсивности накопления ТМ в почве использовались параметры K_c и Z_c .

Действие ТГУ₁ способствовало снижению показателя суммарного загрязнения (Z_c) для подвижных форм ТМ в сравнении с фоновыми вариантами на 14–18 % и было наиболее выражено при повышенной дозе известкования, что обусловлено необменной фиксацией тяжелых металлов Са–гуматами, образующимся при обработке почвы гумусовыми соединениями. Увеличение дозы известкования не оказало заметного влияния на коэффициенты концентрации ТМ и, как следствие, на значения Z_c почвы. Действие двойной дозы ТГУ способствует снижению подвижности ТМ исходя из величин Z_c , уровень которых уменьшился на 26–29 % в сравнении с фоном. Таким образом, ТГУ в одинарной и особенно в двойной дозе способствует заметному снижению подвижности рассмотренной в исследованиях группы ТМ за счет, очевидно, образования комплексных соединений ТМ с гуминовыми и фульвокислотами, взаимодействия с насыщенным органическими соединениями ППК почвы.

Применение ТГУ по фону ОСВ снижает относительную подвижность в слое почвы 0–20 см Cd пропорционально дозам внесения данного агрохимиката. По значениям K_c подвижных форм ТМ в почве выделен следующий убывающий ряд: $Cu > Ni > Zn > Cd > Pb > Cr$, при этом уровень известкования не влияет на распределение элементов в ряду K_c .

Действие ТГУ₁ и ТГУ₂ способствовало повышению показателя суммарного загрязнения (Z_c) в зерне и соломе ярового тритикале в сравнении с фоновыми вариантами соответственно на 15–24 и 27–33 %, пропорционально дозе ТГУ, что обусловлено необменной фиксацией тяжелых металлов (ТМ) Са–гуматами, образующимся при обработке почвы гумусовыми соединениями и активными их выносом биомассой ярового тритикале. По значениям K_c ТМ в зерне ярового тритикале выделен следующий убывающий ряд ТМ: $Ni \geq Cr > Zn > Pb \geq Cd > Cu$. В соломе, в отличие от зерна, возрастает относительная концентрация Cd, что сказывается на распределении элементов в ряду K_c : $Ni > Cd > Cu > Cr > Zn \geq Pb$.

Заключение. ТГУ в одинарной и особенно в двойной дозе приводит к снижению подвижности рассмотренной в исследованиях группы ТМ за счет образования комплексных соединений ТМ с гуминовыми и фульвокислотами. Это способствует, в конечном итоге к увеличению выноса ТМ биомассой ярового тритикале как за счет повышения в ней концентрации ТМ, так и за счет роста урожайности зерновых в сравнении с фоновыми вариантами. Тем самым происходит процесс детоксикации почв от избыточного содержания тяжелых металлов при сочетании физико-химических и биологических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Христева Л. А. О природе действия физиологически активных форм гуминовых кислот и других стимуляторов роста растений / Л. А. Христева // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – Киев : Урожай, 1968. – С. 13–27.
2. Zaller J. G. Foliar spraying of vermicompost extracts: Effects on fruit quality and indications of Late-Blight suppression of field-grown tomatoes / J. G. Zaller // Biological Agriculture and Horticulture. – 2006. – 24. – P. 165–180.

УДК 628.33(075.8)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ОСАЖДЕНИЯ СЛАБОРАСТВОРИМЫХ ГИДРОКСИДОВ И СОЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ

Повар Игорь Григорьевич, доктор химических наук, Институт Химии, Республика Молдова, г. Кишинев, ipovar@yahoo.ca

Спину Оксана Олеговна, Институт Химии, Республика Молдова, г. Кишинев, oxana_spinu@yahoo.com

Пинтилие Борис Федорович, Институт Химии, Республика Молдова, г. Кишинев, borispintilie@yahoo.com

Были выведены уравнения для оценки эффективности реагентного метода для очистки сточных вод, загрязненных ионами тяжелых металлов, основанные на определении остаточной концентрации и степени осаждения гидроксидов и солей тяжелых металлов в водном растворе.

Ключевые слова: сточные воды, химические равновесия, степень осаждения.

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE DEGREE OF PRECIPITATION OF POORLY SOLUBLE HYDROXIDES AND SALTS IN INDUSTRIAL WASTE WATER

Povar I., Spinu O., Pintilie B.

Equations for evaluating the effectiveness of the reagent method for wastewater treatment polluted with heavy metal ions, based on the determination of the residual concentration and the degree of precipitation of hydroxides and heavy metal salts in an aqueous solution were derived.

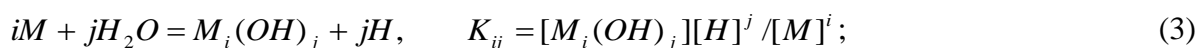
Keywords: wastewater, chemical equilibria, degree of precipitation

Для определения химических форм тяжелых металлов, как в твердой, так и в жидкой фазе (например, распределение различных форм металлов в двухфазных системах), был использован термодинамический подход, в котором твердые фазы выражены в явном виде [1, 2]. Основная цель данного исследования состояла в том, чтобы получить уравнения для оценки эффективности реагентного метода для очистки сточных вод, загрязненных ионами

тяжелых металлов, основанные на определении остаточной концентрации и степени осаждения гидроксидов и солей тяжелых металлов в водном растворе. В качестве характеристики доли осажденного иона металла было введено понятие степени осаждения:

$$\gamma = \frac{C_M^0 - C_M^r}{C_M^0}, \quad (1)$$

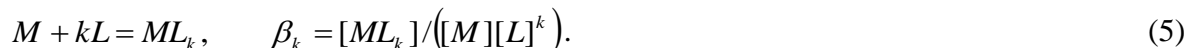
где через C_M^0 и C_M^r , обозначены общая концентрация иона металла и остаточная, соответственно. Был рассмотрен следующий набор реакций в системе « $M_m A_n(s)$ – насыщенный водный раствор»:



Для учета гидролиза ионов металлов и протонирования аниона, был использован коэффициент α :

$$\alpha_M = C_M^r / [M] = 1 + \sum_{i=1} \sum_{j=1} i K_{ij} [M]^{i-1} [H]^{-j} \quad \alpha_A = C_A^r / [A] = 1 + \sum_{k=1} \beta_k [H]^k.$$

Помимо реакций гидролиза, в анализируемой системе могут протекать следующие реакции:



Условия материального баланса обретают форму:

$$C_M^r = [M] + \sum_{i=1} [M(OH)_i] + \sum_{k=1} [ML_k] + \sum_{s=1} [MY_s] + \dots = [M] \alpha_M; \quad (9)$$

где коэффициент α_M определяется выражением:

$$\alpha_M = 1 + \sum_{i=1} K_i [H]^{-i} + \sum_{k=1} \beta_k [L]^k + \sum_{s=1} \beta_s [Y]^s + \dots \quad (10)$$

$$C_L^0 = [L] + \sum_{q=1} [H_q L] + \sum_{k=1} k [ML_k] = [L] \left(1 + \sum_{q=1} \beta_q [H]^q + \sum_{k=1} k \beta_k [L]^k \right); \quad (11)$$

$$C_Y^0 = [Y] + \sum_{r=1} [H_r Y] + \sum_{s=1} s [MY_s] = [Y] \left(1 + \sum_{r=1} \beta_r [H]^r + \sum_{s=1} s \beta_s [L]^s \right). \quad (12)$$

Между общей концентрацией иона металла C_M^0 и его остаточной концентрацией в растворе C_M^r существует взаимосвязь:

$$C_i^0 = \Delta C_i + C_i^r. \quad (13)$$

В случае стехиометрического соотношения суммарных концентраций компонентов твердой фазы в смеси $nC_M^0 = mC_A^0$ уравнение для условного произведения растворимости принимает вид:

$$\gamma = 1 - \frac{1}{C_M^0} \left(\frac{K_s^{cond} m^n}{n^n} \right)^{\frac{1}{m+n}}. \quad (14)$$

Разработанный нами термодинамический подход включает в себя следующие этапы:

➤ Определение зоны термодинамической устойчивости твердой фазы. Для этого из уравнения (15) для малорастворимых оснований $M(OH)_{m(s)}$ либо из уравнения (16) для ма-

лорастворимых солей $M_mA_{n(S)}$ были рассчитаны значения общей энергии Гиббса для рассматриваемого процесса:

$$\Delta G_{S,tot} = -RT \ln \frac{C_M^r}{C_M^0} = -RT \ln(1 - \gamma_S), \quad (15)$$

$$\Delta G_{S,tot} = -mRT \ln \frac{C_M^r}{C_M^0} - nRT \ln \frac{C_A^r}{C_A^0}. \quad (16)$$

Для обоих уравнений твердая фаза устойчива при условии $\Delta G_{S,tot} > 0$. В уравнении (15) количество γ_S обозначает степень осаждения.

➤ Парциальные молярные фракции всех химических форм γ_i , содержащих ион металла, были определены при помощи следующего уравнения материального баланса:

$$C_M^0 = \Delta C_M + [M] + \sum_{i=1} \sum_{j=0} i[M_i(OH)_j] + \sum_{k=1} [ML_k] + \sum_{l=1} [MY_l] + \dots = \Delta C_M + C_M^r. \quad (17)$$

В случае формирования слаборастворимой соли $M_mA_{n(S)}$ в уравнения материального баланса нужно добавить еще одно уравнение:

$$C_A^0 = \Delta C_A + [A] + \sum_{l=1} [H_l A] + \sum_{q=1} q[MA_q] = \Delta C_A + C_A^r. \quad (18)$$

Возможность формирования комплексных соединений между ионом металла и анионом MA_q была также принята во внимание в уравнении (18). Отметим справедливость следующего выражения с учетом стехиометрического состава твердой фазы $M_mA_{n(S)}$:

$$\frac{\Delta C_M}{m} = \frac{\Delta C_A}{n}. \quad (19)$$

Для расчета частичных мольных долей всех растворимых и нерастворимых химических форм металлсодержащего иона были использованы следующие уравнения:

$$\gamma_S = \frac{\Delta C_M}{C_M^0}; \quad \gamma_M = \frac{[M]}{C_M^0}; \quad \gamma_{ij} = \frac{i[M_i(OH)_j]}{C_M^0}; \quad \gamma_k = \frac{[ML_k]}{C_M^0}; \quad \gamma_l = \frac{[MY_l]}{C_M^0}. \quad (20)$$

Из уравнения (17) и (20) следует следующее выражение:

$$\gamma_S + \gamma_M + \gamma_{ij} + \gamma_k + \gamma_l + \dots = \gamma_S + \gamma_{tot} = 1.$$

Нужно отметить, что уравнения (17)–(20) действительны только для гетерогенных систем, в которых выполняется условие $\Delta G_{S,tot} > 0$.

Были изучены сточные воды, полученные от гальванического подразделения Корпорации «Тактическое ракетное вооружение» (Дубна, Россия). Концентрации металлов в сточных водах представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав изученных сточных вод (pH = 6)

Металл	Концентрации металлов в сточных водах, мг/л
Al	0,2
Cr	0,1
Fe	3,0
Zn	0,2
Ba	0,1
Sr	0,5
SO_4^{2-}	10000
NH_4^+	3000

Все необходимые константы были взяты из термодинамической базы данных WATEQ4F [4].

В таблице 2 представлены результаты термодинамического исследования распределения растворимых и нерастворимых химических форм тяжелых металлов в сточных водах, рассчитанные по уравнениям (15)–(20).

Таблица 2 – Распределение растворимых и нерастворимых химических форм исследуемых тяжелых металлов в сточных водах при pH = 6.

Металл	Концентрация в сточных водах, мг/л	Распределение форм в твердой фазе	Распределение форм в водной фазе
Al	0.2	43 % $Al(OH)_{3(S)}$	4 % $Al(OH)_2^+$ 12 % $AlSO_4^+$ 41 % $Al(SO_4)_2^-$
Cr	0.1	0 %	84 % $HCrO_4^-$ 16 % CrO_4^{2-}
Fe	3.0	100 % $Fe(OH)_{3(S)}$	0 %
Zn	0.2	0 %	2% Zn^{2+} 53% $ZnSO_4^0$ 45% $Zn(SO_4)_2^{2-}$
Ba	0.1	$BaSO_{4(S)}$	0%
Sr	0.5	$SrSO_{4(S)}$	0%

Разработанный термодинамический подход помог объяснить химический процесс биосорбции, который был осуществлен с использованием цианобактерии *Arthrospira platensis* в моделях сточных вод Корпорации «Тактическое ракетное вооружение» (Дубна, Россия). *Arthrospira platensis* использовалась в качестве биосорбента для снижения концентрации хрома и железа в сточных водах до максимально допустимых концентраций и для концентрирования других металлов в небольших количествах в биомассе.

Выводы:

1. Получены математические выражения зависимости степени осаждения иона металла в виде малорастворимых солей и гидроксидов от начальной концентрации компонентов и pH раствора.
2. По данным термодинамического анализа железо, барий и стронций присутствовали в сточных водах в нерастворимой форме, цинк и хром – в растворимой форме, а алюминий – на 43 % в нерастворимой форме.
3. Основными механизмами удаления металла в процессе биосорбции были: (а) осаждение для железа, бария и стронция; (б) ионообмен и взаимодействие с функциональными группами для цинка и алюминия.
4. Биомасса *Arthrospira platensis* может применяться как биосорбент для комплексной очистки промышленных стоков.

Благодарность. Авторы выражают благодарность, за оказанную финансовую помощь, полученную в рамках двустороннего проекта «Thermodynamic optimization of innovative processes developed to valorize industrial wastes containing valuable metals», 2018–2019 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Povar I. Aluminium heterogeneous speciation in natural waters / I. Povar & V. Rusu. – Canadian Journal of Chemistry. – 2012. – 90. – P. 326–332.
2. Povar I. The role of hydroxy aluminium sulphate minerals in controlling Al^{3+} concentration and speciation in acidic soils / I. Povar & O. Spinu. – Central European Journal of Chemistry. – 2014. – 12. – P. 877–885.
3. Ball J. User’s manual for WATEQ4F, with revised thermodynamic data base and test cases for calculating speciation of major, trace, and redox elements in natural waters / J. Ball & D. Nordstrom // Menlo Park, California. – Revised and reprinted April 2001.

ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДА ЦИНКА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ХЛОРИДНО-АММОНИЙНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ЦИНКОВАНИЯ

Залыгина Ольга Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск, *zalyhina@mail.ru*

Чепрасова Виктория Игоревна, инженер, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск, *vicacheprasova10@gmail.com*

Кузьменкова Ольга Юрьевна, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск

Отработанные хлоридно-аммонийные электролиты цинкования могут рассматриваться как вторичное сырье для получения оксида цинка путем его осаждения карбонатом натрия с последующей термообработкой при 230 °С. Полученный оксид цинка может использоваться в различных отраслях промышленности, а переработка жидкого отхода (отработанного электролита цинкования) позволит снизить воздействие гальванического производства на окружающую среду.

Ключевые слова: отработанные хлоридно-аммонийные электролиты цинкования, гальваническое производство, жидкие отходы, вторичное сырье.

OBTAINING ZINC OXIDE FROM SPENT CHLORIDE-AMMONIUM ELECTROLYTES GALVANIZING

Zalyhina V. S., Cheprasova V. I., Kyzmenkova V. U.

Spent chloride-ammonium electrolytes galvanizing can be considered as secondary raw materials for the production of zinc oxide by precipitation with sodium carbonate followed by heat treatment at 230°C. The zinc oxide can be used in various industries and treatment of liquid waste (spent electrolyte galvanizing) will reduce the impact of the electroplating industry on the environment.

Keywords: waste chloride-ammonium electrolytes galvanizing, electroplating industry, liquid waste, secondary raw materials

Одной из экологических проблем гальванического производства является образование отработанных технологических растворов, характеризующихся высокой концентрацией загрязняющих веществ. Наиболее опасными из них являются отработанные электролиты, т. к. содержат в своем составе ионы тяжелых металлов, обладающие токсическим, канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием. Согласно шкале стресс-факторов по воздействию на человеческий организм ионы тяжелых металлов находятся на первом месте (136 баллов), значительно опережая разливы нефти (72 балла), химические удобрения (63 балла) и радиоактивные отходы (40 баллов) [3].

В настоящее время в Республике Беларусь в большинстве случаев отработанные электролиты сбрасываются на очистные сооружения совместно с промывными сточными водами. Концентрация тяжелых металлов в отработанных электролитах в 50–100 раз выше и составляет 100–150 г/л [4]. При их сбросе с промывными сточными водами происходит периодическое резкое повышение концентрации ионов тяжелых металлов, что приводит к нарушению работы очистных сооружений и опасности попадания вредных токсичных, канцерогенных веществ в реки и озера. Вместе с тем тяжелые металлы, содержащиеся в отработанных электролитах гальванического производства, являются ценным сырьем, а их высокие концентрации позволяют рассматривать отработанные электролиты как вторичный материальный ресурс.

Объектом настоящего исследования являются отработанные электролиты хлоридно-аммонийного цинкования, т. к. цинковые покрытия в настоящее время являются наиболее распространенными, а хлоридно-аммонийные электролиты, с одной стороны, получили широкое применение благодаря своим высоким эксплуатационным свойствам, а с другой стороны, характеризуются максимальным значением критерия экологической опасности среди других электролитов цинкования [1].

Было принято решение попытаться получить из отработанных электролитов хлоридно-аммонийного цинкования, основными компонентами которых являются $ZnCl_2$ и NH_4Cl , оксид цинка, т.к. ZnO широко применяется в различных отраслях промышленности. Оксид цинка используется в качестве наполнителя резины, в производстве искусственной кожи и резинотехнических изделий, стекла и керамики, в лакокрасочной, фармацевтической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Известен ряд методов получения оксида цинка, в частности, применяется метод химического осаждения термически нестабильных соединений с использованием в качестве осадителей ионов цинка растворов $Ca(OH)_2$, $NaOH$, Na_2CO_3 и др. с последующим разложением полученных веществ с образованием ZnO . Гидроксид цинка, полученный осаждением с помощью гидроксида кальция или натрия, выделяется в виде белого аморфного осадка с переменным содержанием воды. Такой осадок плохо фильтруется, а при его сушке в газовую фазу переходит значительное количество воды, что увеличивает энергозатраты. Скорость дальнейшей кристаллизации $Zn(OH)_2$ зависит от условий осаждения и старения, а также от природы соли, из которой проводят осаждение [2].

Поэтому в нашем исследовании в качестве осаждающего реагента был выбран карбонат кальция. В этом случае происходит образование основного карбоната цинка, состав которого зависит от исходных концентраций реагентов и условий проведения синтеза. В литературе [2] отмечают существование нескольких форм основного карбоната цинка: $(ZnOH)_2CO_3$, $Zn_5(CO_3)_2(OH)_6$, $Zn_3CO_3(OH)_4$, $Zn_3CO_3(OH)_4 \cdot 2H_2O$, $Zn_4CO_3(OH)_6 \cdot H_2O$. При их термообработке происходит образование оксида цинка.

В нашей работе осаждение Zn^{2+} из отработанного хлоридно-аммонийного электролита одного из белорусских предприятий осуществлялось насыщенным раствором карбоната натрия Na_2CO_3 с использованием 20%-ного избытка. Полученный после стадии старения осадок подвергался пятикратной декантации с последующей промывкой на фильтре до отрицательной реакции на Cl^- и высушивался при температуре $80^\circ C$. Результаты рентгенофазового анализа свидетельствуют об осаждении цинка в виде основного карбоната цинка $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$ (рисунок 1).

Для определения температуры термообработки полученного осадка был проведен термогравиметрический анализ (рисунок 2). На приведенной термограмме этого осадка наблюдается эндотермический минимум при температуре $230^\circ C$, который, по-видимому, связан с разложением основных карбонатов и образованием оксида цинка, что подтверждается данными рентгенофазового анализа (рисунок 3).

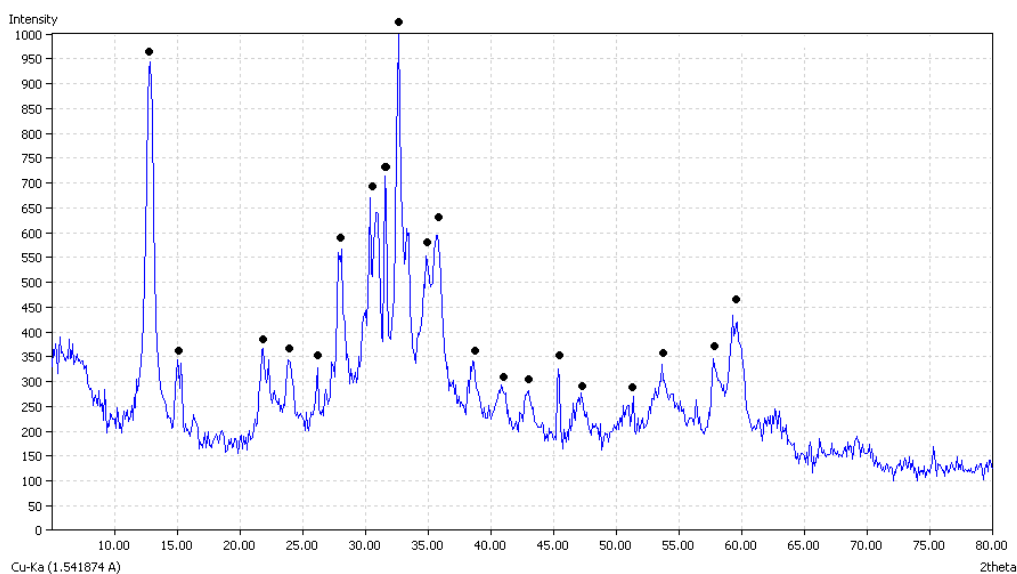


Рисунок 1 – Рентгенограмма осадка, полученного осаждением Zn^{2+} из отработанного хлоридно-аммонийного электролита цинкования раствором карбоната натрия (• – характеристические пики $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$)

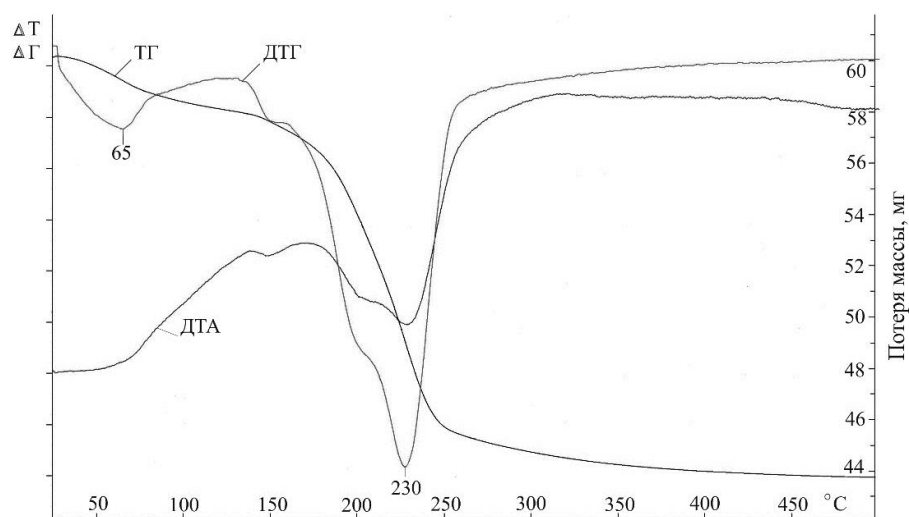


Рисунок 2 – Результаты термогравиметрического анализа осадка, полученного осаждением Zn^{2+} из отработанного хлоридно-аммонийного электролита цинкования карбонатом натрия

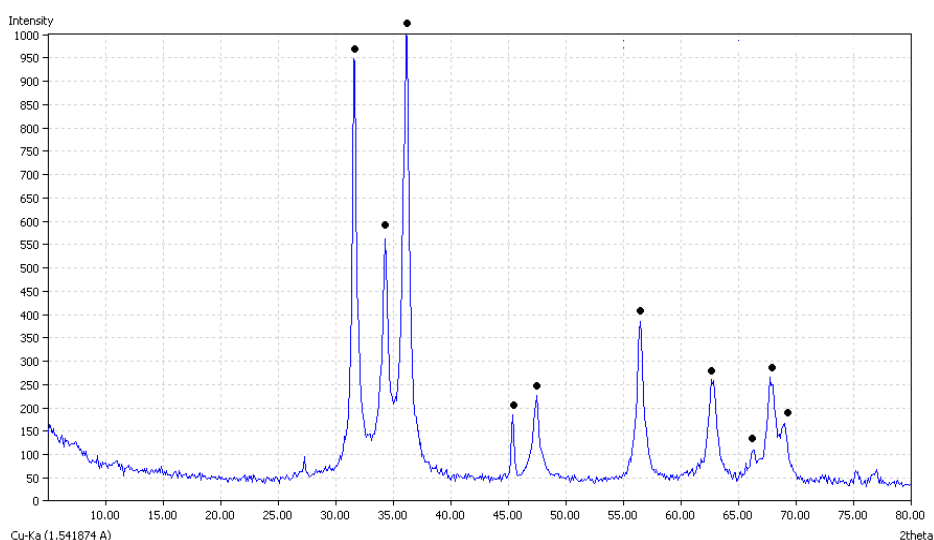


Рисунок 3 – Результаты рентгенофазового анализа полученного осадка, прокаленного при температуре 230 °С (• – характеристические пики ZnO)

Полученный оксид цинка представляет собой мелкодисперсный белый порошок и может использоваться в различных отраслях промышленности.

Таким образом, отработанные электролиты хлоридно-аммонийного цинкования могут рассматриваться как вторичное сырье для производства оксида цинка, что также позволит снизить негативное воздействие гальванического производства на гидросферу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Обработка поверхностей металлов и пластмасс с использованием электролитических или химических процессов» (ИТС 36-2017). Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М. : Бюро НДТ, 2017. – 228 с.
2. Николаева Н. С. Синтез высокодисперсных форм оксида цинка: химическое осаждение и термолиз / Н. С. Николаева, В. В. Иванов, А. А. Шубин // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. – 2010. – № 3. – С. 153–173.
3. Перельгин Ю. П. Некоторые вопросы экологии гальванического производства // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2018. – Т. 26. – № 2. – С. 57–61.
4. Попов В. М. Централизованное обезвреживание жидких металлосодержащих растворов, образующихся на предприятиях г. Курска / В. М. Попов, Н. А. Чернышева, Е. В. Захарова, М. А. Мещерякова // Известия Курского государственного технологического университета. – 2009. – № 1 (26). – С. 82–86.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В ВИНОГРАДАРСТВЕ

Гаджиева Севиндж Рафик, доктор химических наук, профессор, Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, г. Баку

Кадырова Эльмина Мусрат, кандидат химических наук, доцент, Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, г. Баку, *elmina2010@mail.ru*

В последнее время одной из актуальных проблем влияния на окружающую среду является использование пестицидов в виноградарстве. Пестициды также называют ядохимикатами, однако понятие пестицидов поглощает данное определение, так как в целом к пестицидам относится широкий ряд химических средств защиты растений. Существуют множество старых препаратов, которые с их пор эффективно защищают растения. Одним из таких препаратов является бордоская смесь.

Ключевые слова: пестициды, бордоская смесь, свободная сера, медь, остаточное количество.

INFLUENCE OF PESTICIDES ON VITICULTURE

Hajiyeva S. R., Gadirova E. M.

Recently, one of the most urgent problems of the influence of chemical compounds on the environment, is the effect of pesticides on viticulture. Pesticides are also called pesticides, but the concept of pesticides absorbs this definition, as a whole a wide range of chemical plant protection products belong to pesticides.

There are many old drugs that still effectively protect plants. One such medication is the Bordeaux mixture.

Key words: pesticides, Bordeaux mixture, free sulfur, copper, residual quantity and so on.

Наиболее важными и актуальными являются исследования в направлении последствий химических препаратов на производственных площадях с многолетними насаждениями. Виноградники с присущими им продолжительными ротационными процессами имеют все недостатки монокультуры, вызывающие повышенную экологическую напряженность в результате многочисленных обработок пестицидами. При этом большая часть используемых химических веществ распространяется не только в среде обитания обрабатываемых насаждений, но воздушными и водными потоками переносится на другие обширные территории. В связи с этим виноградарство – это отрасль сельскохозяйственного производства, в большой степени воздействующая на экосистему.

В агропромышленном комплексе АПК площади виноградников за последние годы увеличились почти в два раза и эта зона остается основным виноградопроизводящим регионом Азербайджана. Существуют различные болезни винограда. Такие болезни, как оидиум и милдью, вредитель гроздевая листовертка, способны снизить урожай на 60–100 % и оказать значительное негативное воздействие на состояние растений в последующие вегетационные периоды. В настоящее время против милдью применяются системные препараты из группы фениламидов, стробилуринов и контактные препараты на основе манкоцеба. Также применяются медьсодержащие препараты контактного действия, содержащие хлорокись, гидроокись или сульфат меди. Против оидиума рекомендуется применять фунгициды триазольной группы, стробилурины и препараты серы. Как мы видим, ассортимент фунгицидов довольно ограничен. Кроме того некоторые особенности препаратов создают другие проблемы в процессе проведения защитных мероприятий, а именно: к фениламидам и стробилуринам быстро вырабатывается резистентность, контактные препараты легко смываются дождем и требуют повторной обработки, что не всегда можно сделать из-за погодных условий.

Однако ежегодные потери винограда от вредителей и болезней являются главной проблемой. Для снижения потерь урожая от вредоносных патогенов применяется по настоящее время приоритетный среди прочих защитных мер химический метод, при котором пестицидная нагрузка колеблется в пределах от 180 до 250 кг/га. Это приводит к дестабилизации и нарушениям в экосистемах, возникающих как в связи с использованием хорошо известных и достаточно изученных пестицидов (фосфорорганические инсектициды, дитиокарба-

маты, медьсодержащие препараты), так, в еще большей мере, и по причинам, связанным с действием химических средств защиты нового поколения, последствие которых на окружающую среду и производимую продукцию практически не изучено. Ассортимент пестицидов, применяемых на виноградниках в последние годы, значительно расширился. К используемым ранее группам химических соединений добавились пиретроиды и увеличилось число разрешенных к применению фунгицидов. Неблагоприятной стороной в большой степени является возникновение и проявление резистентности патогенов к применяющимся химическим средствам защиты, что вызывается повторяющимся применением однотипных препаратов конкретного действия. В связи с этим становится совершенно очевидным, что до тех пор, пока не удастся устранить или хотя бы снизить резистентность к используемым против вредителей и болезней химических препаратов, материальные затраты в производстве винограда и служб экологической безопасности будут возрастать.

Во всем мире для защиты продуктов питания от порчи или уничтожения вредителями используется более 1000 наименований пестицидов. Каждый пестицид имеет свои свойства и токсикологические характеристики. На сегодняшний день ни один из пестицидов, разрешенных для использования в целях защиты продуктов питания в международной торговле, не является генотоксичным (т. е. способным повредить ДНК, что может вызвать мутации или рак). Неблагоприятные проявления в результате воздействия этих пестицидов имеют место только в случае превышения определенной дозы. Контакт с большим количеством пестицида может вызвать острое отравление или долгосрочные негативные последствия для здоровья, включая раковые заболевания и нарушение репродуктивной функции. Наибольшее значение для винограда имеют фунгициды [1–3].

К числу самых старых препаратов, до сих пор эффективно защищающих растения, относится бордоская смесь. Ее разработка датируется концом XIX в, когда было открыто фунгицидное действие водного раствора гидроксида кальция и сульфата меди. Изначально препарат использовался для обработки виноградников, а позже стал применяться для опрыскивания других зеленых насаждений [1, 2].

Применение бордоской жидкости в садоводстве помогает эффективно бороться с большинством болезнетворных поражений на коре и листьях. У плодово-ягодных культур после обработки созревает большее число плодов, а листовые и хвойные породы значительно интенсифицируют свой рост. В местах удаления коры и на спилах веток, обработанных бордоской смесью, не будут образовываться корки гнили и потемневшие участки древесины [3]. Использовать смесь следует с осторожностью, поскольку соединения меди токсичны для человека. Обработку плодово-ягодных деревьев рекомендуют проводить за 2–4 нед до сбора урожая. Это повышает качество и стойкость плодов при хранении, одновременно уменьшая остаточную концентрацию меди на их поверхности. До сих пор существуют разногласия относительно целесообразности применения состава на дачном участке во время вегетации, поскольку компоненты препарата могут попасть на более ранние плодоносящие деревья или кустарники [4, 5].

В садоводстве использование бордоской жидкости способно привести к появлению сетчатой структуры плодов и изменению их размеров. Особенно заметно такое воздействие на вишне. Беспроявляющимся вариантом является обработка деревьев до распускания почек, уничтожающая большинство микроорганизмов еще на начальной стадии. Нельзя путать жидкости для ранней обработки сада и применяющиеся во время вегетации. Высокая концентрация действующих веществ из первого 3-процентного раствора негативно скажется на развитии растения, уже выбросившего листья. Для обработки зеленых растений используют 1-процентный раствор [2].

Готовая смесь представляет собой водный раствор гидроксида и сульфата кальция, содержащий суспендированный гидроксид меди. Классическая рецептура препарата включает три исходных компонента – медный купорос, негашеную известь и воду. Под концентрацией раствора понимается содержание изначально взятого медного купороса из расчета на конечную водную смесь. Компоненты бордоской жидкости: медный купорос и известь

Механизм действия бордоской жидкости состоит в воздействии на вредителей и грибки, происходящем на клеточном уровне, остаточных ионов меди. Смесь эффективна не только при обработке кустарников и деревьев, но и цветов с пораженными соцветиями. От-

мечается репеллентное действие состава на многих вредных насекомых, которых от порчи растения отталкивает наличие препарата [6].

Раствор чистого медного купороса был бы гораздо эффективнее, если бы не уничтожал растение. Соединения кальция играют роль связующего, нейтрализуя негативное действие меди до приемлемого уровня.

Объектом исследования служили плоды винограда сорта Тебриз. Территорией выращивания винограда является село Азизбейли, Газахский район. Целью исследования служило определение остаточного количества свободной серы и ионов меди в составе плодов винограда после применения бордосской смеси (таблица).

Таблица – Остаточное количество меди и свободной серы. В плодах винограда

Показатель	Нормативный документ для метода исследования	Результаты исследования, ПДК
Медь, %	NMKL 186	1,6
Свободная сера, %	ГОСТ 25555,5-1991	0,1

По результатам таблицы, видно что остаточное количество меди и свободной серы в плоде винограда не превышают ПДК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганиев М. М. Химические средства защиты растений / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков. – М. : КолосС, 2006. – 248 с. – ISBN 5-9532-0368-3.
2. Мельников Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение / Н. Н. Мельников. – М. : Химия, 1987. – 712 с.
3. Федоров Л. А. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку / Л. А. Федоров, А. В. Яблоков. – М. : Наука, 1999.
4. Белан С. Р. Новые пестициды : Справочник / С. Р. Белан, А. Ф. Грапов, Г. М. Мельникова. – М. : Грааль, 2001.
5. Телитченко М. М. Введение в проблемы биохимической экологии / М. М. Телитченко, С. А. Остроумов. – М. : Наука, 1990. – С. 214–217.
6. Онищенко Г. Г. Профилактическая медицина и эпидемиология / Г. Г. Онищенко, В. И. Покровский. – М. : Наука, 2010. – С. 394–396.

UDC: 543.546:631.633

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ПЕСТИЦИДОВ

Гаджиева Севиндж Рафик кызы, доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой экологической химии Бакинского государственного университета, *Азербайджан, Баку, s.hajiyeva-bsu@mail.ru*

Эльмина Мусрат Кадырова, кандидат химических наук, доцент, Бакинский Государственный Университет, г. Баку, *Азербайджан, elmina2010@mail.ru*

Елчуева Э. А., Бакинского государственного университета, *Азербайджан, Баку*

Мамедова А. Т., Бакинского государственного университета, *Азербайджан, Баку*

Несмотря на принимаемые меры, проблема экологической безопасности с использованием пестицидов в сельском хозяйстве остается одной из наиболее актуальных в сохранении окружающей среды и производстве здоровой пищи. Использование пестицидов позволяет получать стабильные урожаи и ограничивать распространение инфекций, передаваемых переносчиками животных, таких как малярия и тиф. Однако, необдуманное использование пестицидов также имеет негативные последствия. Пестициды загрязняют окружающую среду, а также негативно влияют на живые организмы, особенно на людей; они встречаются даже в подземных водах.

Ключевые слова: пестициды, окружающая среда, металаксил, фунгицид и т. д.

DETERMINATION OF NITROGEN- CONTAINING PESTICIDES

Hajiyeva S. R., Gadirova E. M., Yolchuyeva E. A., Mammadova A. T.

Despite the attempted measures, solution of the environmental safety problems using the pesticides in agriculture is still one of the most urgent problems of environment maintenance and healthy food production. Use of pesticides makes it possible to obtain stable harvests and to limit the spread of infections transmitted by animal vectors, like malaria and typhus. However, the ill-considered use of pesticides also has negative effects. Polluting the environment, pesticides are threatening the people as well: today they are found even in groundwater.

Key words: pesticides, environment, metalaxyl, fungicide and etc.

The most important and relevant cases are researches and studies in a direction of effect of the chemicals in production areas with perennial plantations. Vineyards with their inherent long-lasting rotational processes, have all the disadvantages of monoculture, causing increased environmental stress as a result of numerous treatments with pesticides. Moreover, most of the used chemicals are distributed not only in the habitat of cultivated plantations, but are also transferred to other large areas by air and water flows. In this regard, viticulture is a agricultural production branch, which has the greatest effect on the ecosystem. The vineyards areas have almost doubled in recent years in the agro-industrial complex of the Ganja-Gazakh zone, and this zone is still the main grape-producing region of Azerbaijan. There are various diseases of grapes. Diseases such as oidium and mildew, pest of European grape moth can reduce the yield by 60–100 % and have a significant negative impact on the state of plants in the subsequent growing seasons [1]. Currently, systemic drugs from the group of phenylamides, strobilurins and contact preparations based on mancozeb are applied against mildew. It is also used the copper-containing contact preparations containing chloride, hydroxide or copper sulfate. Against the oidium, it is recommended to use fungicides of the triazole group, strobilurins and sulfur preparations. Therefore, the range of fungicides is rather limited. Also some features of the preparations can cause difficulties in the process of carrying out protective measures, namely resistance to phenviamides and strobilurins is quickly developed, contact preparations are easily washed off by rain and require retreatment, which cannot always be done due to weather conditions. Here, however, the annual loss of grapes from pests and diseases is the main problem. To reduce yield losses from harmful objects, the chemical method is currently in priority among other protective measures, with the pesticide load varying between 180 and 250 kg/ha. It leads to destabilization and disturbances in ecosystems that arise both in connection with use of well-known and sufficiently studied pesticides (organophosphate insecticides, dithiocarbamates, copper-containing preparations), and, even more, for reasons related to the action of new generation chemical protection, aftereffect of which on the environment and manufactured products is practically not studied [2].

The range of pesticides used in vineyards in recent years has significantly expanded. Pyrethroids were added to the groups of chemical compounds used earlier and a number of fungicides permitted for use has increased. Such unfavorable conditions to a large extent include the emergence and manifestation of resistance of the chemical protective agents used as a common negative factor caused by the repeated use of the same type of drugs of a particular action. In this regard, it becomes quite obvious that until the remedies of chemicals used against pests and diseases cannot be eliminated or reduced, the material costs will increase in grape production and environmental safety services. Over 1000 names of pesticides are used worldwide to protect food products from damage or destruction by pests. Each pesticide has its own properties and toxicological characteristics. Currently, none of the pesticides permitted for use in food protection in international trade is genotoxic (i.e., capable of damaging the DNA, which can cause mutations or cancer). Unfavorable manifestations resulting from exposure to these pesticides occur only if a certain dose is exceeded. Contact with a large amount of a pesticide can cause acute poisoning or long-term adverse health effects, including cancer and reproductive harm. The most important for grapes are fungicides [3]. Fungicides are chemical substances for combating fungal diseases of plants (Bordeaux liquid, sulfuric color, etc.), as well as for seed dressing (formalin, TMTD, foundation stone,

granozane, mercurane) in order to free them from spores of parasitic fungi (type of bug for cereals seeds). Concentrates of fungicides are toxic to humans and animals. Preventive treatment of grapes with fungicides must be done every year. The composition of all drugs includes active substances, absolutely safe for plants, fatal effects only on fungal spores. The systemic and contact fungicides are used to protect and improve the sick grape bushes, suppress the function of reproduction or the complete destruction of spores of pathogenic fungi that affect green shoots and impair the food quality of the fruit. Some of them can be prepared on own, others can be purchased at specialized stores. Treatment of vineyards against infection is effective only if different drugs are used every year. Chemicals must necessarily alternate, otherwise fungal microorganisms get used to poison, become resistant to it. Pesticides are divided into three types on the effect on living plant tissues.

Metalaxyl is an acylalanine fungicide with systemic function. Its chemical name is methyl N-(methoxyacetyl)-N-(2,6-xylyl)-DL-alaninate. It can be used to control *Pythium* in a number of vegetable crops, and *Phytophthora* in peas. Metalaxyl-M or Ridomil Gold are trade names for the optically pure (-) / D / R active stereoisomer, which is also known as .It is the active ingredient in the seed treatment agent Apron. The fungicide has suffered severe resistance problems. The fungicide was marketed for use against *Phytophthora infestans*. However, in the summer of 1980, in the Republic of Ireland, the crop was devastated by a potato blight epidemic after a resistant race of the oomycete appeared[6]. Irish farmers later successfully sued the company for their losses.[citation needed] Maximum pesticide residue limits for the EU/UK are set at 0.5 mg/kg for oranges and 1.0 mg/kg for apples.

Azoxystrobin (brand name Amistar, Syngenta) is a systemic fungicide commonly used in agriculture. The substance is used as an active agent protecting plants and fruit/vegetables from fungal diseases. Azoxystrobin was discovered during research on *Oudemansiella mucida* and *Strobilurus tenacellus*, which are small white or brown coloured mushrooms commonly found in European forests. Not bigger than a few centimeters, these mushrooms attracted attention of scientists because of their remarkable ability to defend themselves. Their defense mechanism is based on the secretion of two substances, strobilurin A and oudemansin A.

REFERENCES

1. Лагунов А. Г. Пестициды в сельском хозяйстве / А. Г. Лагунов. – М. : Химия, 1988. – 342 с.
2. Николаев Ю. Н. Защита растений / Ю. Н. Николаев. М. : Сельское хозяйство, 1991. – 244 с.
3. Фелленберг Г. М. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию. Пер. с нем. / Г. М. Фелленберг : Мир, 1997. – 232 с.
4. Armstrong, Sarah; Clough, John (March 2009). "Crop Protection Chemicals". *Education in Chemistry*. 46 (2). Retrieved 12 December 2012.
5. Jørgensen, Lisbeth Flindt; Jeanne Kjær; Preben Olsen; Annette Elisabeth Rosenbom (July 2012). "Leaching of azoxystrobin and its degradation product R234886 from Danish agricultural field sites". *Chemosphere*. 88 (5): 554–562.
6. Meister, Miriam (20 August 2012). "More good news on agricultural chemical good practice". Ministry for Primary Industries. Retrieved ,23 November 2012.

ИЗУЧЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ МЫШЬЯКА В ФИТОМАССЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВЫ

Ильинский Андрей Валерьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», Мещерский филиал, **Россия**, г. Рязань, *ilinskiy-19@mail.ru*

Исследования показали, что комплексный мелиорант на основе диатомита и голубой глины, примененный для детоксикации аллювиальной почвы, обладает выраженным пролонгированным действием и существенно снижает накопление поллютанта в фитомассе многолетних трав.

Ключевые слова: детоксикация, комплексный мелиорант, мышьяк, поллютант, последствие, почва, пролонгированность, реабилитация, экология.

STUDYING THE ACCUMULATION OF ARSENIA IN PHYTOMASS MULTI-YEAR GRASSES WHILE DETOXICATING SOIL

Ilinskiy A. V.

Studies have shown that a complex ameliorant based on diatomite and blue clay, used to detoxify the alluvial soil, has a pronounced prolonged effect and significantly reduces the accumulation of pollutant in the phytomass of perennial grasses.

Keywords: detoxification, complex ameliorant, arsenic, pollutant, aftereffect, soil, prolongation, rehabilitation, ecology.

Наиболее опасными загрязняющими веществами признаны тяжелые металлы: свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, цинк, никель и др. Примерно 90 % ТМ, поступающих в окружающую среду, аккумулируются почвами, затем они мигрируют в природные воды, поглощаются растениями и поступают в пищевые цепи [5, 10]. В настоящее время пахотные земли ряда областей России подвержены техногенному загрязнению поллютантами [2]. Пахотные земли с высокими концентрациями мышьяка находятся в Читинской, Астраханской, Липецкой, Вологодской и Архангельской областях, Краснодарском крае, Республике Адыгее, Республике Коми, Агинском Бурятском автономном округе [1]. Мышьяк обладает большим сродством к физиологически важным органическим соединениям и способен подавлять наиболее значимые процессы метаболизма, тормозит рост и развитие организмов. В сельскохозяйственном производстве это приводит к снижению продуктивности и ухудшению качества продукции [3, 4]. Назрела необходимость в разработке современных эффективных приемов санации техногенно загрязненных почв и инактивации поллютантов [6–8].

Во ВНИИГиМ был разработан и запатентован состав для детоксикации загрязненных мышьяком почв, включающий: 50–60 % диатомита, обработанного Fe^{3+} , и 40–50 % голубой глины [9, 12]. Цель эксперимента – оценить эффективность последствия применения комплексных мелиорантов для детоксикации загрязненной мышьяком аллювиальной почвы посредством изучения накопления поллютанта в фитомассе многолетних трав. В качестве комплексных мелиорантов для проведения экспериментальных исследований были выбраны диатомит, обработанный трехвалентным железом, в смеси с голубой глиной и сапропель в смеси с $CaCO_3$. Лизиметры (металлические колонны высотой 1,5 м с рабочей площадью 1,17 м²) были вкопаны в грунт в 2 ряда на расстоянии 0,5 м друг от друга. Эксперимент проводился в условиях естественного увлажнения, смоделирован уровень загрязнения почвы мышьяком равный 40 мг/кг (4 ОДК) посредством внесения в почву раствора мышьяковокислого натрия (Na_2AsO_3). Смеси отечественных природных мелиорантов вносили в лизиметры из расчета 10 т/га, смеси готовились в пропорции 1:1 по массе. Параллельно с комплексными мелиорантами в почву также были внесены минеральные удобрения из расчёта $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Почва аллювиальная дерновая легкосуглинистая (слой 0–20 см): PH_{KCl} – 7,1; содержание гумуса – 4,2 % (по Тюрину); подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) 24,5

и 6,2 мг/100 г соответственно; азота общего – 0,29 %; обменного кальция – 33 мг-экв/100 г [11]. Варианты эксперимента (повторность 3-кратная): вариант 1 – чистая почва, не загрязненная мышьяком (фон); вариант 2 – почва с содержанием мышьяка 40 мг/кг без использования комплексного мелиоранта (контроль); вариант 3 – почва с содержанием мышьяка 40 мг/кг + диатомит, обработанный Fe^{3+} + голубая глина; вариант 4 – почва с содержанием мышьяка 40 мг/кг + сапропель + $CaCO_3$. Севооборот: 1 и 2-й годы – яровая пшеница, 3-й год – многолетние травы (клевер и овсяница) под покровом однолетних (горохово-овсяная смесь), 4 и 5-й годы – многолетние травы (клевер и овсяница). В статье представлены результаты четвертого года экспериментальных исследований. В образцах фитомассы многолетних трав определяли содержание мышьяка в соответствии с ГОСТ Р 55447-2013; массовый доли сухого вещества (ГОСТ Р 31640-2012), сырого протеина (ГОСТ Р 51417-99) и доли сырой клетчатки (ГОСТ Р 52839-2007).

Таблица 1 – Кормовые качества многолетних трав при использовании комплексных мелиорантов для детоксикации загрязнённой мышьяком почвы

Вариант опыта	Массовая доля сух. вещества	Массовая доля в пересчёте на абс. сух. в-во, %	
		сырого протеина	сырой клетчатки
1	86,0	11,7	41,1
2	85,0	13,2	37,1
3	86,0	12,3	40,2
4	86,0	13,8	40,2

Испытуемые комбинированные мелиоранты оказали позитивное влияние на кормовые качества многолетних трав. Анализ данных, представленных в таблице 1, показал, что применение обозначенных комплексных мелиорантов способствовало увеличению, по сравнению с контрольным вариантом, содержания массовой доли сухого вещества и сырой клетчатки. Применение комбинированных мелиорантов также благоприятно сказалось на содержании сырого протеина в растениях.

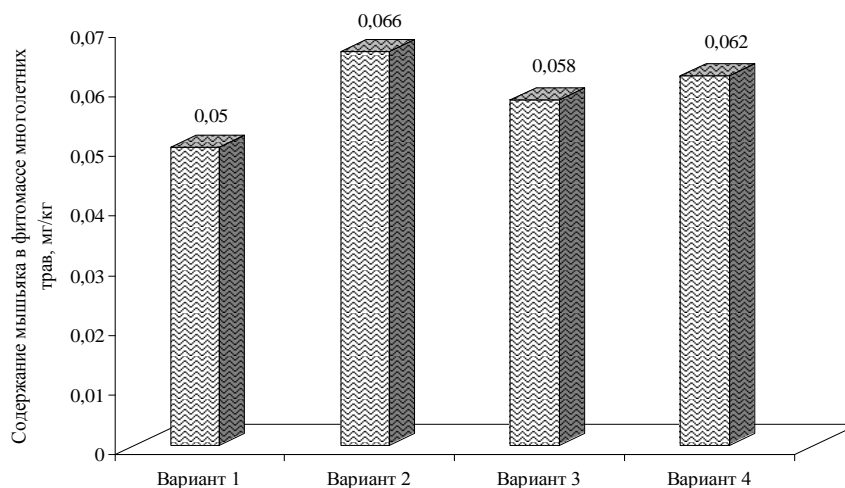


Рисунок – Накопление мышьяка в фитомассе многолетних трав (сено) при изучении последствий применения комплексных мелиорантов

Анализ данных, представленных на рисунке, показывает, что применение в качестве комплексного мелиоранта пролонгированного действия диатомита, обработанного Fe^{3+} , и голубой глины позволило снизить содержание мышьяка в фитомассе многолетних трав на 12 %, использование в качестве комбинированного мелиоранта сапропеля с $CaCO_3$ способствовало снижению содержания мышьяка в фитомассе многолетних трав на 6 %.

Таким образом, комплексный мелиорант на основе диатомита и голубой глины обладает более выраженным пролонгированным действием, обеспечивая надёжную иммобили-

зацию поллютанта в течение продолжительного периода времени после проведения детоксикации загрязнённой почвы. Рекомендуется для использования в составе проектных решений при разработке современных приемов детоксикации загрязнённых мышьяком почв земель сельскохозяйственного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкологическая характеристика пахотных почв Российской Федерации по содержанию тяжелых металлов, мышьяка и фтора [Текст]. – М. : Агроконсалт, 2002. – 30 с.
2. Ильинский А. В. Биологическая очистка почв, загрязнённых тяжёлыми металлами [Текст] / А. В. Ильинский // Агрехимический вестник. – 2003. – № 5. – С. 30.
3. Ильинский А. В. К вопросу детоксикации загрязнённого мышьяком оподзоленного чернозёма с помощью комбинированного мелиоранта на основе диатомита и голубой глины / А. В. Ильинский, Л. В. Кирейчева, Д. В. Виноградов, Л. И. Московкина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2015. – № 3 (27). – С. 9–13
4. Ильинский А. В. Результаты реабилитации загрязнённых мышьяком почв с помощью отечественного комбинированного мелиоранта [Текст] / А. В. Ильинский, Г. В. Побединская, В. А. Игнатенко // Технологии и технические средства в мелиорации : Сб. науч. тр., посвященный 50-летию начала реализации широкомасштабной программы мелиорации земель и 50-летию образования ВНИИ «Радуга» / [Сост. А. И. Буткеева]; ФГБНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна: ИП Лавренов А. В., 2017. – С. 59–64.
5. Ильинский А. В. Экологические основы природопользования : учебное пособие [Текст] / А. В. Ильинский, Д. В. Виноградов, Д. В. Данчеев. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – 128 с.
6. Ильинский А. В. Экологические особенности реабилитации подверженных техногенному загрязнению почв в условиях южной части Нечерноземной зоны России [Электронный ресурс] / А. В. Ильинский, Д. В. Виноградов, Г. Д. Гогмачадзе, Е. И. Лупова // АгроЭкоИнфо. – 2018. – №3. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/3/st_351.doc.
7. Ильинский А. В. Экологическое обоснование способа агрохимической мелиорации почв в условиях техногенеза [Электронный ресурс] / А. В. Ильинский, Д. В. Виноградов, Г. Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 1. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/1/st_123.doc.
8. Кирейчева Л. В. Изучение последствий нового способа применения комбинированных мелиорантов на основе природных сорбентов для детоксикации загрязненной мышьяком аллювиальной почвы [Текст] / Л. В. Кирейчева, А. В. Ильинский, Л. И. Московкина // Комплексные мелиорации – средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научной конференции. М. : Изд. ВНИИА, 2014. – С. 74–79.
9. Кирейчева Л. В. Санация загрязнённых мышьяком почв с использованием комбинированного мелиоранта [Текст] / Л. В. Кирейчева, А. В. Ильинский // Вестник РАСХН. – 2015. – № 4. – С. 37–39.
10. Кирейчева Л. В. Методические рекомендации по мероприятиям для предотвращения и ликвидации загрязнения агроландшафтов тяжёлыми металлами [Текст] / Л. В. Кирейчева, Ю. А. Мажайский, И. В. Глазунова и др. – М., 2005. – 71 с.
11. Московкина Л. И. Детоксикация загрязнённых мышьяком почв природными сорбентами, их смесями и модификациями: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель [Текст] / Л. И. Московкина. – ГНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова. – М., 2012. – 146 с.
12. Пат. 2471849, Российская Федерация, МПК С 09 К 17/00. Состав для детоксикации почв, загрязненных преимущественно мышьяком [Текст] / Л. В. Кирейчева, Л. И. Московкина, О. Б. Хохлова; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 2011128804/05; заявл. 13.07.11; опубл. 10.01.13, Бюл. № 1. – 5 с. : ил.

СВЯЗЫВАНИЕ МЕТАЛЛОВ-ЭКОТОКСИКАНТОВ ГУМИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Коврик Светлана Ивановна, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Государственное научное учреждение «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Республика Беларусь, г. Минск, skovrik09@mail.ru

Кушнерова Светлана Александровна, младший научный сотрудник, Государственное научное учреждение «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Республика Беларусь, г. Минск, svetakushnerova@gmail.com

Коврик Ирина Ивановна, старший преподаватель, Барановичский филиал УО ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», Республика Беларусь, Барановичи, irisha.kovrik@mail.ru

Обоснована возможность связывания катионов хрома, меди и никеля гуминовыми кислотами торфяных почв. Показано, что в зависимости от условий формирования можно получать металл-гуминовые комплексы с преобладающим содержанием определенных металлов.

Ключевые слова: катионы тяжелых металлов, гуминовые кислоты, металл-гуминовые комплексы.

BINDING OF METAL-ECOTOXICANTS BY HUMINE ACIDS OF PEAT SOILS

Kourik S. I., Kushnerova S. A., Kourik I. I.

The possibility has been substantiated of binding chromium, copper and nickel cations with humic acids of peat soils. It is shown that, depending on the formation conditions, metal-humic complexes with a predominant content of certain metals can be obtained.

Keywords: cations of heavy metal, humic acids, metal-humic complexes.

Концентрирование катионов тяжелых металлов (ТМ) в прикорневом слое почв создает условия поступления их в растения и в конечном итоге в пищу человека. Интенсивность загрязнений определяется формами связывания ТМ компонентами почв. Наибольшую способность к связыванию ТМ и образованию металл-гуминовых комплексов (МГК) проявляют гуминовые вещества [1–3], поэтому для высокогумусированных почв, и особенно торфяных, характерна активная фиксация ТМ. На данный момент в почвах Беларуси среднее содержание меди составляет 13,0 мг/кг (ПДК 55,0 мг/кг), цинка 35,0 (ПДК 55,0 мг/кг), хрома – 36 (ПДК 100 мг/кг).

Специфическая структура и физико-химические свойства гуминовых кислот (ГК) позволяют использовать их в качестве сорбционно-обменных материалов в процессах очистки от ТМ [3]. Это связано с тем, что при взаимодействии ГК с ионами металлов образуются разнообразные связи (гетерополярные, комплексные и комплексно-гетерополярные) [1], которые определяют многообразие физических и химических свойств образующихся МГК, последние могут быть как растворимыми, так и нерастворимыми. Состав и свойства образующихся соединений определяются природой металлов, свойствами ГК, а также условиями их формирования.

Учитывая трудность выделения МГК из природных объектов и особенно их идентификацию, получение и изучение их свойств было проведено на модельных опытах путем формирования МГК из моно- и поликатионных растворов ТМ. В нашу задачу входило исследование влияния условий взаимодействия на связывание катионов хрома (Ш), меди, свинца и никеля растворами ГК осокового торфа. Методика проведения эксперимента заключалась во введении щелочных растворов ГК торфа в металлсодержащие растворы различных концентраций и объемов в статических условиях. Осадки, образованные при связывании, высушивали, прокаливали, обрабатывали раствором азотной кислоты, затем анализировали на содержание катионов на атомно-абсорбционном спектрометре «Сатурн-3П-1».

Установлено, что при уменьшении доли ГК образуются МГК с относительно большим содержанием металлов (рисунок 1). При этом менее концентрированные растворы ГК при одинаковых исходных рН и соотношениях Ме : ГК связывают относительно большие количества катионов, а значит, получаемые в таких условиях продукты взаимодействия содержат больше катионов, связанных единицей массы ГК. Варьирование указанных

параметров (рН, концентрации реагируемых веществ и соотношение Ме : ГК) открывает возможность получения качественно разнородных МГК с фиксированным количеством металла. При увеличении доли органического вещества в МГК до какого-то значения происходит его качественное изменение, выраженное в увеличении растворимости осадка. При этом для более концентрированных растворов ГК этот эффект наступает при больших относительных количествах органического вещества (рисунок 1).

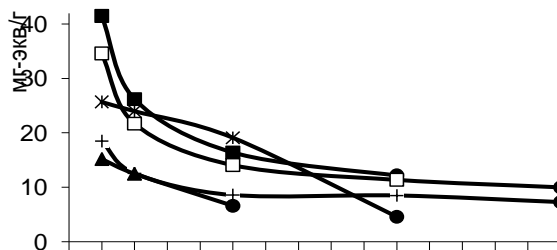


Рисунок 1 – Величины связывания 0,2 % ГК хрома (■), меди (+), никеля (*), свинца (▲) и- 0,4 % ГК хрома (□) из монокатионных растворов при различных соотношениях Ме : ГК; ●- растворимые МГК

Установленные зависимости связаны с межмолекулярными взаимодействиями, усиливающимися при увеличении концентрации ГК, когда снижается число ионизированных функциональных групп и, как следствие, уменьшается сорбционная способность.

Моделирование процесса связывания ТМ ГК в поликатионных растворах позволило установить, что аккумуляция ТМ носит избирательный характер (рисунок 2). По способности связываться с ГК изученные катионы ТМ можно расположить в ряд: хром >медь> никель >свинец.

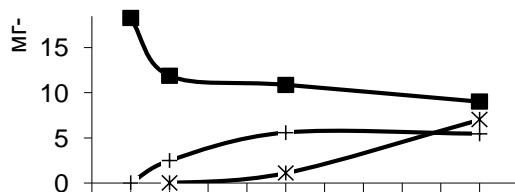


Рисунок 2 – Величины связывания хрома (■), меди (+) и никеля (*) из поликатионных растворов при различных соотношениях Ме : ГК

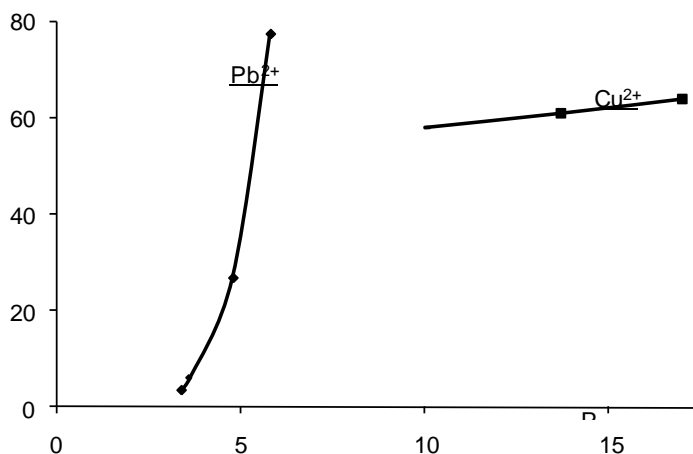


Рисунок 3 – Зависимость степени замещения карбоксильных групп ГК от количества металла в МГК

Количество ТМ, связанных ГК из моно- и поликатионных растворов выше стехиометрически рассчитанного по количеству карбоксильных групп, содержание которых составляло 2,5 мг-экв/г, что указывает на иной механизм формирования МГК, чем чисто обменный. Согласно [2, 4, 5], формирование МГК заключается в сочетании эффектов микрокоординации (взаимодействие катионов с функциональными группами ГК с образованием координационных узлов) и макрокоординации (связывание дополнительного количества катионов образованной на первом этапе развитой поверхностью коллоидных агрегатов с формированием макромолекулярных комплексов). Однако вопрос о том, насколько универсален предложенный механизм для различных катионов ТМ, остается открытым. Для проверки этого положения был получен ряд МГК с медью и свинцом с различным содержанием металла и методом ИК-спектроскопии изучены степени замещения карбоксильных групп. Оказалось, что при формировании МГК со свинцом, в отличие от меди, доля свободных карбоксильных групп остается очень высокой и снижается лишь по мере значительного насыщения металлом (рисунок 3). На иной механизм формирования МГК со свинцом указывают также данные микроскопии и ЭПР-исследований.

Таким образом, установлены принципиальные различия в механизмах связывания катионов меди и свинца ГК в растворах. При формировании МГК с участием ионов меди в первую очередь имеет место энергетически наиболее выгодная микрокоординация, т. е. непосредственное связывание меди с карбоксильными группами, в том числе и за счет вытеснения ионов Fe^{+3} . После заполнения доступных функциональных групп происходит макрокоординация, обусловленная взаимодействием ионов меди с поверхностью коллоидов ГК [4, 5]. При формировании же МГК с участием свинца, вероятно, вследствие стерических факторов, затрудняющих проникновение большого по размерам сольватированного иона во внутрисферную область коллоидов ГК, взаимодействие до определенной концентрации происходит в первую очередь по механизму макрокоординации. При содержании катионов, сравнимом с числом карбоксильных групп, наступает вторая стадия, заключающаяся в непосредственном связывании ионов свинца функциональными группами.

Как было показано выше, содержащиеся в почве ионы ТМ, взаимодействуя с органическим веществом, образуют нерастворимые МГК и переводят в труднодоступные или недоступные для растений формы.

Установлено, что в зависимости от условий связывания ТМ (соотношения $Me : ГК$ и pH) гуминовыми кислотами торфа могут образовываться осадки с различным содержанием МГК. Так, в кислых и нейтральных средах, как правило, образуются осадки с наибольшим содержанием МГК; при увеличении pH возрастает доля гидроксидов металлов. Таким образом, при использовании высокогумусированных и торфяных почв в условиях интенсивной антропогенной нагрузки аккумуляция и миграция ТМ (хром, медь, никель) может регулироваться за счет изменения реакции среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Л. Н. Органическое вещество почв и пути его трансформации / Л. Н. Александрова. – Л. : Наука, 1980. – 288 с.
2. Жоробекова Ш. Ж. Макролигандные свойства гуминовых кислот / Ш. Ж. Жоробекова. – Фрунзе : Илим, 1987. – 195 с.
3. Коврик С. И. Нерастворимые и растворимые медь-цинк-гуминовые соединения, полученные с использованием щелочных растворов гуминовых веществ торфа / С. И. Коврик, Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов // Природопользование : сб. науч. тр. / Ин-т природопользования НАН Беларуси. – Минск, 2012. – Вып. 22– С. 242–246.
4. Дударчик В. М. Механизм сверхэквивалентного связывания меди гуминовыми кислотами торфа / В. М. Дударчик и др. // ХТТ. – 1999. – № 5. – С. 30–36.
5. Лиштван И. И. Коллоидная модель сверхэквивалентной сорбции металлов гуминовыми веществами / И. И. Лиштван // Коллоидный журнал. – 2009. – Т. 71. – № 1. – С. 1–4.

ФИТОЭКСТРАКЦИЯ КАДМИЯ РАСТЕНИЯМИ, ИНОКУЛИРОВАННЫМИ ЭНДОФИТНЫМИ БАКТЕРИЯМИ *BACILLUS SUBTILIS*

Курамшина Зилия Мухатаровна, доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Стерлитамакский филиал, Россия, Башкирия, г. Стерлитамак, kuramshina_zilya@mail.ru

Смирнова Юлия Васильевна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Стерлитамакский филиал, Россия, Башкирия, г. Стерлитамак, bh84@mail.ru

Растения горчицы, инокулированные эндофитными штаммами *Bacillus subtilis* 26Д и 11ВМ, более эффективно, чем растения подсолнечника, аккумулируют кадмий из почв с высоким содержанием этого металла. Растения подсолнечника могут быть применены для извлечения кадмия из почвы при инокуляции их штаммом *B. subtilis* 26Д.

Ключевые слова: тяжелые металлы, горчица, подсолнечник, эндофитные бактерии *Bacillus subtilis*, биоремедиация

PHYTOEXTRACTION OF CADMIUM PLANTS, INOCULATED BY ENDOPHYTIC BACTERIA *Bacillus subtilis*

Kuramshina Z. M., Smirnova Yu. V.

Mustard plants inoculated with endophytic strains of *B. subtilis* 26D and 11BM more efficiently than sunflower plants accumulate cadmium from soils with a high content of this metal. Sunflower plants can be used to extract cadmium from the soil when inoculated with *B. subtilis* 26D strain.

Keywords: heavy metals, mustard, sunflower, endophytic bacteria *Bacillus subtilis*, bioremediation.

Почвы, загрязненные тяжелыми металлами, стали обычным явлением во всем мире из-за увеличения геологической и антропогенной активности. Биоремедиация является эффективным методом детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами. Микроорганизмы и растения используют различные механизмы для биоремедиации загрязненных почв. Использование растений для обработки загрязненных почв является более распространенным подходом в биоремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами. Объединение как микроорганизмов, так и растений – это подход к биоремедиации, который обеспечивает более эффективную очистку почв, загрязненных тяжелыми металлами [1]. Тем не менее успех этого подхода во многом зависит от видов организмов, участвующих в процессе.

В качестве объекта исследования были выбраны растения подсолнечника масличного (сорт Спортивный) и горчицы белой (сорт Рапсодия). Все опыты проводили в лабораторных условиях. Семена растений перед обработкой клетками бактерий промывали в мыльной воде, стерилизовали этиловым спиртом (96%-ым раствором) в течение 1 мин, ополаскивали в дистиллированной воде, подсушивали на воздухе. Часть семян в ламинар-боксе обрабатывали бактериями *Bacillus subtilis* Cohn шт. 26Д (коллекция ВНИИСХМ, № 128) или 11ВМ (ВНИИСХМ, № 519) в концентрации 10^6 кл./мл, остальная часть семян обрабатывалась дистиллированной водой и служила контролем. Для обработки семян использовали 20-часовую культуру бактерий, выращенную на мясо-пептонном агаре при +37 °С. Клетки эндофитов отмывали 0,001 М раствором KCl, затем концентрацию суспензии доводили до 10^6 кл./мл по оптической плотности. Расход препарата составил 20 мкл на 1 г семян. После обработки препаратом семена выдерживали в течение часа, затем использовали в экспериментах. Обработанные бактериями и контрольные семена выращивали в вегетационных сосудах, в качестве субстрата использовали чернозем выщелоченный. Загрязнение почвы имитировали, поливая её раствором соли $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ в следующих концентрациях: 10, 200 мг/кг почвы. В контроле почву в сосудах поливали дистиллированной водой.

Растения выращивали в течение 30 дн при температуре 18–20 °С при освещении 12 кЛк и 16-часовом фотопериоде. Пробы отбирали одновременно во всех вариантах опыта.

Количество кадмия в побегах растений определяли атомно-адсорбционной спектрофотометрией (Spectra AA200, Австралия), сжигая материал в смеси HNO_3 и H_2O_2 [2].

Эксперименты проводили в трёх биологических повторностях. Статистическую обработку результатов осуществляли при использовании стандартного пакета Microsoft Office Excel 2007. В таблицах представлены средние значения повторностей и стандартные ошибки. Достоверность различий между контрольными и испытуемыми вариантами оценивали по t-критерию Стьюдента при уровне значимости $P \leq 0,05$.

При выращивании подсолнечника и горчицы в почве, загрязненной кадмием, было выявлено, что ионы этого металла в концентрации 10 мг/кг оказывали небольшой стимулирующий эффект на рост этих культур (таблица 1). Повышение концентрации металла в почве (200 мг/кг) угнетало рост корней необработанных бактериями растений; побеги были менее восприимчивы к действию кадмия. Данные, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о том, что растения подсолнечника и горчицы, инокулированные эндофитными бактериями, обладали большей устойчивостью к кадмию, чем необработанные растения. Проростки, инокулированные клетками *B. subtilis* 26Д, характеризовались более высокими ростовыми показателями корней и побегов по сравнению с другими вариантами опыта при воздействии Cd^{2+} в концентрации 200 мг/кг почвы.

Таблица 1 – Ростовые показатели растений в условиях загрязнения почвы ионами кадмия, см

Концентрация Cd^{2+} , мг/кг	Вариант					
	Без обработки		<i>B. subtilis</i> 26Д		<i>B. subtilis</i> 11ВМ	
	Корни	Побеги	Корни	Побеги	Корни	Побеги
Подсолнечник						
0	12,1±0,2	18,3±0,2	13,7±0,4*	19,1±0,1*	13,7±0,2*	20,5±0,4*
10	12,9±0,4	19,2±0,2	14,6±0,5*	21,0±0,3*	14,5±0,3*	21,5±0,3*
200	10,1±0,1	19,1±0,1	13,0±0,5*	20,1±0,1*	12,8±0,3*	21,3±0,2*
Горчица белая						
0	14,5±1,4	25,6±1,4	16,1±1,1*	28,7±0,9*	15,9±1,0*	27,4±0,8*
10	14,7±0,7	23,7±2,0	15,8±1,1*	27,8±1,1*	14,4±0,8	24,8±1,7
200	10,2±0,8	23,0±1,5	15,1±0,4*	26,9±0,6*	13,6±0,5*	24,0±0,8*

* *Примечание.* Различия между показателями обработанных и необработанных бактериями растений достоверны при $P \leq 0,05$

На поглощение и накопление кадмия растениями оказывали влияние вид культуры, штамм бактерий, который использовался для обработки семян, и концентрация самого металла в почве. Так, при выращивании растений при концентрации Cd^{2+} 10 мг/кг почвы обработка семян бактериями обоих штаммов способствовала снижению накопления кадмия в побегах горчицы и подсолнечника. Подобный эффект эндофитных бактерий был показан нами ранее на растениях пшеницы [3]. При повышении концентрации кадмия до 200 мг/кг почвы инокуляция семян приводила к аккумуляции металла в побегах горчицы. Растения подсолнечника при высокой концентрации Cd^{2+} в почве, обработанные разными штаммами бактерий, по-разному аккумулировали тяжелый металл в побегах: обработка семян клетками *B. subtilis* 26Д способствовала накоплению кадмия, клетками *B. subtilis* 11ВМ – снижала проникновение металла в побеги.

Таблица 2 – Содержание кадмия в побегах растений, мг/кг

Концентрация металла, мг/кг почвы		Вариант		
		Без обработки	<i>B. subtilis</i> 26Д	<i>B. subtilis</i> 11ВМ
Подсолнечник	0	0,40±0,01	0,30±0,01*	0,20±0,01*
	10	1,50±0,09	1,20±0,10*	0,80±0,10*
	200	2,20±0,15	2,40±0,10	1,60±0,10*
Горчица	0	0,53±0,06	0,20±0,01*	0,17±0,01*
	10	2,66±0,11	1,12±0,10*	2,14±0,12*
	200	2,23±0,13	3,35±0,10*	3,31±0,12*

* *Примечание.* Различия между показателями обработанных и необработанных бактериями растений достоверны при $P \leq 0,05$

Таким образом, растения горчицы в сообществе с эндофитными штаммами *B. subtilis* 26Д и 11ВМ могут быть более эффективными, чем растения подсолнечника, при использовании для аккумуляции кадмия из почв с высоким содержанием этого металла. Растения подсолнечника могут быть применены для извлечения кадмия из почвы при инокуляции их штаммом *B. subtilis* 26Д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chibuike G. U. Heavy Metal Polluted Soils: Effect on Plants and Bioremediation / G. U. Chibuike, S. C. Obiora // *Methods Applied and Environmental Soil Science*. – 2014. – Article ID 752708

2. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1992. – 61 с

3. Повышение толерантности *Triticum aestivum* к кадмий-стрессу с помощью эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* // *Физиология растений*. – 2016. – Т. 63. – № 5. – С. 1–9.

УДК 634.11:546.47/.49:631.95:631.8

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УСВОЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ РАСТЕНИЯМИ ЯБЛОНИ КОЛОННОВИДНОЙ

Коновалов Сергей Николаевич, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», Россия, г. Москва, vstisp.agrochem@yandex.ru

Бобкова Вероника Вячеславовна, научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», Россия, г. Москва, vstisp.agrochem@yandex.ru

Применение минеральных удобрений $N_{180}P_{90}K_{180}$ и органических удобрений в дозе 200 т/га способствовало различному изменению показателей усвоения растениями яблони колонновидной Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr из дерново-подзолистой почвы. Ежегодное применение в течение 9 лет минеральных удобрений в дозе $N_{180}P_{90}K_{180}$ снизило усвоение растениями яблони колонновидной из окультуренной дерново-подзолистой почвы Cu на 15 %, Zn на 16% и Pb на 23 %. Двукратное в течение 9 лет внесение органических удобрений в дозе 200 т/га способствовало снижению усвоения растениями яблони колонновидной из окультуренной дерново-подзолистой почвы Pb на 35 %.

Ключевые слова: яблоня колонновидная, минеральные и органические удобрения, усвоение тяжёлых металлов, дерново-подзолистая почва.

EFFECT OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS ON THE UPTAKE OF HEAVY METALS FROM SOD-PODZOLIC SOIL BY COLUMNAR APPLE TREE

Kononov S. N., Bobkova V. V.

The use of mineral fertilizers $N_{90}P_{90}K_{90}$ and $N_{180}P_{90}K_{180}$ and organic fertilizers at a dose of 100 and 200 t / ha contributed to various changes in the uptake Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr from sod-podzolic soil by apple-tree columnar plants. The annual use of mineral fertilizers in a dose $N_{180}P_{90}K_{180}$ for 9 years reduced the uptake by the columnar apple-tree from sod-podzolic soil Cu by 15%, Zn by 16% and Pb by 23%. The application of organic fertilizers at a dose of 200 t / ha twice during 9 years contributed to a 35% decrease in the uptake Pb from sod-podzolic soil by the columnar apple-tree plants.

Keywords: columnar apple tree, mineral and organic fertilizers, the uptake of heavy metals, sod-podzolic soil.

Введение. Применение органических и минеральных удобрений способствует инактивации тяжёлых металлов (ТМ) в почве и снижению их поступления в растения [1, 4, 6, 8, 10, 11, 12]. Уменьшение транслокации ТМ в растения также происходит вследствие усиления их физиологических барьерных функций под влиянием агрохимических средств [5, 9, 13]. Многолетние садовые растения обладают достаточно высокими барьерными способностями к поступлению ТМ из почвы, степень проявления которых зависит от породы, сорта, особенностей морфологического строения, глубины залегания и поглотительной активности

корней [2, 3, 7]. Изучение влияния органических и минеральных удобрений на закономерности поступления ТМ в привитые на клоновый подвой растения яблони колонновидной с относительно неглубоко залегающей корневой системой требует проведения исследований.

Материалы и методы исследования. В 2007 г. в ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» (далее ВСТИСП) (п. Измайлово Ленинского района Московской области) в саду яблони колонновидного типа 2006 г. посадки был заложен многолетний полевой агрохимический опыт по изучению влияния внесения различных доз минеральных и органических удобрений на рост, развитие и плодоношение растений яблони колонновидной. Схема посадки сада – 1,2 x 0,4 м. Насаждения представлены 4 сортами селекции ВСТИСП: Триумф, Президент, Валюта, Останкино. Подвой – клоновый, среднерослый, форма 57–545. Почва – окультуренная дерново-подзолистая среднесуглинистая на покровных суглинках. Схема опыта включает 4 варианта, в которых предусмотрено внесение двух уровней минеральных и органических удобрений.

Схема опыта:

1. N₉₀ P₉₀K₉₀ + органика 100 т/га;
2. N₁₈₀ P₉₀K₁₈₀ + органика 100 т/га;
3. N₉₀ P₉₀K₉₀ + органика 200 т/га;
4. N₁₈₀ P₉₀K₁₈₀ + органика 200 т/га.

В делянке 6 учётных деревьев. Повторность – 3-кратная. Размещение вариантов и фонов в повторении – рендомизированное, поперёк рядов. Размер учётных делянок 1,2 x 3,78 м, площадь – 4,54 м². Минеральные удобрения (N_{aa}, P_c, K_c) вносили ежегодно весной, органическое удобрение (подстилочный конский навоз с опилками) внесли весной 2007 г. и повторно осенью 2014 г. Содержание подвижных Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr в почве (корнеобитаемый слой почвы глубиной 0-40 см) определяли атомно-абсорбционным методом в 1М HNO₃ вытяжке согласно РД 52.18.191-89. Минерализацию растительных проб проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85. Содержание тяжёлых металлов (ТМ) в плодах определяли атомно-абсорбционным методом. С целью количественной оценки степени аккумуляции растениями ТМ из почвы рассчитывали показатель коэффициента усвоения (КУ) плодами: $KY = A/B \cdot 100\%$, где А – содержание ТМ в плодах (мг/кг сухой массы); В – содержание подвижного ТМ в почве (мг/кг). Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel 2007.

Результаты и обсуждение. Достоверных закономерных изменений в содержании ТМ в почве под яблоней колонновидной при внесении минеральных и органических удобрений не отмечено (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние удобрения на содержание тяжёлых металлов в почве под растениями яблони колонновидной, мг/кг, среднее за 2007-2015 гг.

Вариант	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + органика 100 т/га	13,6	12,9	8,6	0,20	9,2	5,6
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + органика 100 т/га	12,5	12,7	8,9	0,20	7,6	6,1
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + органика 200 т/га	13,4	12,3	9,3	0,22	8,7	5,8
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + органика 200 т/га	14,0	12,7	9,5	0,29	9,1	6,1
HCP ₀₅	F _Ф < F _Т	F _Ф < F _Т	F _Ф < F _Т	F _Ф < F _Т	F _Ф < F _Т	F _Ф < F _Т

Содержание Cu, Zn, Pb и Ni в плодах яблони колонновидной при применении удобрений было различным (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние удобрения на содержание тяжёлых металлов в плодах растений яблони колонновидной, мг/кг сухой массы, среднее по сортам за 2007-2015 гг.

Вариант	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + органика 100 т/га	3,5	2,3	0,19	0,02	0,70	0,16
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + органика 100 т/га	2,5	2,0	0,15	0,03	0,93	0,20
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + органика 200 т/га	3,2	2,3	0,16	0,03	0,73	0,17
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₈₀ + органика 200 т/га	3,2	2,0	0,10	0,02	0,75	0,21
HCP ₀₅	0,4	0,2	0,3	F _Ф < F _Т	0,12	F _Ф < F _Т

Содержание в плодах Cu, Zn и Pb снижалось при внесении возрастающих доз минеральных удобрений, содержание Pb – при применении повышенных доз органических удобрений. Внесение минеральных удобрений способствовало тенденции увеличения содержания в плодах Ni. Применение возрастающих доз органических удобрений такого эффекта не оказывало. Содержание в плодах Cd и Cr при применении повышенных доз минеральных и органических удобрений закономерно не изменялось.

Рассчитанные коэффициенты усвоения (КУ) свидетельствуют о том, что применение возрастающих доз минеральных удобрений способствовало снижению усвоения растениями яблони колонновидной из окультуренной дерново-подзолистой почвы Cu (на 15 %), Zn (на 16%) и Pb (на 23 %) и увеличению усвоения Cr (на 15 %). Закономерного воздействия повышенных доз минеральных удобрений на показатель усвоения растениями Cd и Ni не установлено. Возрастание доз органических удобрений способствовало снижению показателя усвоения растениями яблони колонновидной, Pb на 35 %. Закономерного воздействия на усвоение Cu, Zn, Cd, Ni и Cr применение повышенных доз органических удобрений не оказало.

Выводы. 1. Ежегодное применение в течение 9 лет минеральных удобрений в дозе N₁₈₀P₉₀K₁₈₀ позволяет снизить усвоение растениями яблони колонновидной из окультуренной дерново-подзолистой почвы Cu на 15, Zn на 16 и Pb на 23 %.

2. Двукратное в течение 9 лет внесение органических удобрений в дозе 200 т/га способствует снижению усвоения растениями яблони колонновидной из окультуренной дерново-подзолистой почвы Pb на 35 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоус Н. М. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжёлых металлов в сельскохозяйственной продукции / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Ф. В. Моисеенко, М. Г. Драганская // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – Брянск, 2005. – Отдельный выпуск. – С. 22–29.

2. Бобкова В. В. Особенности пространственного распределения содержания тяжёлых металлов при загрязнении почвы сада яблони в системе мегаполиса / В. В. Бобкова // Деградация почв и продовольственная безопасность России : Материалы межд. науч. конф. XVIII Докучаевские молодёжные чтения // Под ред. Б. Ф. Апарина. – СПб. : СПбГУ, 2015. – С. 147–149.

3. Бобкова В. В. Эффективность методов оценки загрязнения тяжёлыми металлами почвы в промышленном саду яблони / В. В. Бобкова // Почва – зеркало ландшафта : XIX Докучаевские молодёжные чтения // Под ред. Б. Ф. Апарина. – СПб. : СПбГУ, 2016. – С. 265–267.

4. Виноградова Т. А. Трансформация тяжёлых металлов при внесении азотных удобрений под лён-долгунец на загрязнённой Cd, Pb почве : дисс. ... к. б. н. / Т. А. Виноградова. – М. : РГАУ МСХА, 2008. – С. 312.

5. Головатый С. Е. Поступление кадмия в сельскохозяйственные растения / С. Е. Головатый, П. Ф. Жигарев, Л. И. Панкрутская / Агрехимия, 2000. – № 1. – С. 81–85.

6. Иванов А. И. Оценка мелиорирующего эффекта сапропелевых удобрений на загрязнённых кадмием дерново-подзолистых почвах / А. И. Иванов, И. А. Иванов, И. А. Надточий, И. Ю. Сорокина // Агрехимия. – 2008. – № 2. – С. 77–85.

7. Коновалов С. Н. Проблемы экологической безопасности технологий промышленного садоводства / С. Н. Коновалов, В. В. Бобкова // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений : Материалы межд. науч.-метод. конф. – Махачкала, Республика Дагестан : ДагНИИСХ, 2014. – Т. 1. – С. 66–99.

8. Кузмич М. А. Агрэкологические аспекты применения удобрений на загрязнённых почвах / М. А. Кузмич, Л. С. Кузмич, Н. В. Хостанцева, Н. А. Елисеева // Асс. мин. Удобрений, 2004. – С. 145–151.

9. Лебедева Л. А. Влияние последствия разных систем удобрений на защитные физиологические функции растений на дерново-подзолистой почве, загрязнённой тяжёлыми металлами / Л. А. Лебедева, Ю. Б. Соловьёва. – Москва : МГУ, 2008. – С. 66–67.

10. Мажайский Ю. А. Опыт применения разных систем удобрения на загрязнённых дерново-подзолистых почвах / Ю. А. Мажайский, В. Ф. Евтюхин и др. / Акт. проблемы агрономии и пути их решения. – БГСХА, 2005. – В. 1. – Ч. 1. – С. 226–229.

11. Минеев В. Г. Влияние последствия систем удобрения на барьерные функции растений ячменя на дерново-подзолистой почве, загрязнённой свинцом и кадмием / В. Г. Минеев, Л. А. Лебедева, А. В. Арзамасова // Агрохимия. – 2009. – № 9. – С. 60–68.

12. Носовская И. И. Влияние длительного систематического применения различных форм минеральных удобрений и навоза на накопление в почве и хозяйственный баланс кадмия, свинца, никеля и хрома / И. И. Носовская, Г. А. Соловьев, В. С. Егорова / Агрохимия. – 2001. – № 1. – С. 82–91.

13. Businelli D. Factors Involved in Uptake of Lead by Some Edible Crops Grown in Agricultural Soils of Central Italy / D. Businelli, A. Onofri, L. Massaccesi // Soil Science. – 2011. – V. 176. – P. 472–478.

УДК 633.88.378.14.51

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

Игамбердиева Паризод Кадировна, доктор философии (PhD) по химическим наукам, старший преподаватель кафедры химии «Ферганского государственного университета», Узбекистан, г. Фергана, parizod70@mail.ru

Методом инструментального нейтронно-активационного анализа исследовано содержание микроэлементов-биофилов (Mn, Zn, Cu), тяжелых металлов (Cd, Hg, Ni) и As в органах 42 дикорастущих лекарственных растений на трех территориях Южной Ферганы, с разными экогеохимическими показателями. Установлено, что концентрация микроэлементов-биофилов, тяжелых металлов и мышьяка в изученных лекарственных растениях находится в пределах, не превышающих значений ПДК, при этом для большинства изученных видов растений справедлив следующий убывающий ряд содержания накопленных элементов: Mn>Zn>Cu>Ni>As>Cd>Hg.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, мышьяк, лекарственные растения.

SPECIFIC FEATURES OF ACCUMULATION HEAVY METALS AND ARSENIC IN SOME MEDICINAL PLANTS SOUTH FERGANA

Igamberdieva P. K.

The method of instrumental neutron activation analysis studied the content of trace element-biophil (Mn, Zn, Cu), heavy metals (Cd, Hg, Ni) and As in 42 bodies of wild medicinal plants in three areas of southern Fergana having different biogeochemical indicators. The concentration of trace element-biophil, heavy metals and arsenic in the studied medicinal plants is in the range not exceeding the limit values, in this case, common to most of the studied species, we have the following descending series of content accumulated elements: Mn> Zn> Cu> Ni> As> Cd> Hg.

Key words: heavy metals, arsenic, medicinal plants.

Потребность в лекарственном растительном сырье органов здравоохранения и фармацевтической промышленности возрастают с каждым годом. В этом отношении флора заповедных зон Узбекистана, в частности Ферганской долины, представляет несомненный интерес для многих исследователей. Ферганская долина — это межгорная впадина на юго-востоке Узбекистана площадью около 20000 км², окруженная горными хребтами, высота которых местами достигает 5000 м над уровнем моря. Флора Ферганской долины насчитывает не менее 2625 видов различных растений с преимущественным ареалом в зависимости от ландшафтных условий. Горные отроги и вершины Кураминского, Чаткальского, Ферган-

ского, Алайского, Туркестанского хребтов являются естественной условной границей региона Ферганской долины.

Такие примечательные ландшафтно-географические условия создают предпосылки для сосуществования различных дикорастущих растений, содержащих большое количество естественных полезных макро-, микроэлементов и биологически активных веществ, за счет которых можно значительно обогатить список пригодных для фитотерапии растений.

Однако современная экологическая ситуация в последние десятилетия изменилась, рост темпов развития производственной деятельности, количества транспортных средств подвергает окружающую среду мощному техногенному прессингу. Загрязнение воздушной среды отходами промышленности, транспорта и др. приводит к накоплению тяжелых металлов и радионуклидов в почвах и растениях [2]. Одним из путей поступления химических элементов в организм человека являются лекарственные растения, служащие сырьем для производства лекарственных средств [3].

Растения являются важным передаточным звеном, через которое химические элементы попадают из почвы, воды и воздуха в организм животных и человека. В связи с этим сегодня большое значение приобретают исследования не только биологически активных веществ, входящих в состав лекарственных растений, но и химических элементов, содержание которых обусловлено влиянием экологических факторов окружающей среды, особенно свинца, кадмия, ртути, мышьяка и т. п., из-за антропогенных воздействий на лекарственные растения. Поэтому изучение накопления тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье в районах массового сбора, а также необходимость разработки научно обоснованных рекомендаций по его заготовке с учетом современной экологической ситуации остаются актуальными.

Цель настоящего исследования – установить особенности накопления микроэлементов-биофилов (Mn, Zn, Cu), тяжелых металлов (Cd, Hg, Ni) и As в органах 42 дикорастущих лекарственных растений южной Ферганы и оценить качество лекарственного растительного сырья, заготавливаемого на этих территориях.

Задачи исследования:

- определить содержание тяжелых металлов в сырьевых лекарственных растениях и сопряженных почвах на территории Ферганской долины;
- определить коэффициент биологического накопления элементов в органах лекарственных растений.

Объектом исследования являлись травы наиболее распространённых лекарственных растений травянисто-кустарникового класса, собранные на трех территориях Ферганской области (горное село Ярдан, предгорное село Вуадиль и окрестности г. Ферганы) с 2009 по 2013 г.

Количественное определение макро- и микроэлементов в названных видах растений осуществлялось по методике инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в аналитической лаборатории научно-исследовательского института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан [6].

Результаты и их обсуждение. Результаты показывают, что в органах растений содержание тяжелых металлов не превышает ПДК и находятся на уровне типичного диапазона содержания этих элементов в растительности Южной Ферганы, что соответствует гигиеническим требованиям безопасности по СанПиН [5].

Абсолютные значения содержания изученных элементов в растениях сильно различаются в зависимости от растений, при этом разница между минимальным и максимальным значением элементов составляет для Cd, Hg, Mn, Zn – 0–50 раз, для As – 170 раз, а для Cu и Ni порядка 2000 раз. Установлено [1], что высшие растения благодаря различным морфологическим и физиологическим свойствам способны накапливать разные количества ТМ и проявлять различную устойчивость к их концентрациям в почве.

В целях выявления особенностей трансформации и накопления металлов из почвы в растениях также были определены количества тяжёлых металлов в почве, где произрастали выбранные лекарственные растения.

Для определения аккумуляции исследуемых тяжёлых металлов в лекарственных растениях использовали коэффициент биологического накопления (КБН), показывающий спо-

способность растений избирательно поглощать химические элементы. Его вычисляли по специальной формуле.

Содержание элемента в почве. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о различии показателей элементного состава исследуемых образцов почв, надземных и подземных частей лекарственных растений и, как следствие, коэффициентов биологического поглощения. Для изучаемых элементов индексы аккумуляции в органах некоторых растений меньше 1. Низкий индекс аккумуляции свидетельствует о слабом биологическом поглощении этих элементов из почвы. Это может быть связано, с одной стороны, с невысокой потребностью растений в них, а с другой – существованием механизмов, регулирующих накопление и распределение металлов между корнями и надземными органами растений [6]. В этом случае корни играют роль барьера между почвой и надземными органами, предотвращая поступление нежелательного количества определенного элемента в надземные части растений. Расчеты показали, что из изученных ТМ только Zn, Mn и Cu практически безбарьерно поступают в надземные органы растений, что, по-видимому, связано с важной ролью этих металлов в их развитии. Все остальные ТМ имеют барьерные механизмы поглощения.

Результаты показывают, что практически все исследуемые растения проявляют детоксикантные свойства относительно, весьма токсического для организма, тяжелого металла ртути. Их барьерные свойства относительно этого металла выражаются очень низким КБН (0,005–0,25).

Практически все изученные нами объекты (43 из 46) также являются детоксикантами относительно Cd с КБН от 0,015 до 0,035. Только одуванчик и пижма являются сверхнакопителями As, и 18 растений проявили сверхнакопительные свойства относительно меди.

На основе анализа КБН ТМ в 46 растительных объектах, произрастающих в трех различных почвенных и экологических условиях, кроме общеизвестных барьерных свойств корней растений к их токсикантам, нами установлено наличие в них функции, нормирующей количества пропускаемых в надземные части растений ТМ, а именно: чем больше в почве ТМ, тем больше их корни в себе накапливают, тем самым обеспечивая в надземных частях растений их безопасные концентрации. Исключением являются биофильные элементы, которые корни всех исследованных растений пропускают практически безбарьерно. Этим и может быть обусловлен характер распределения ТМ в органах растений (корни, стебли, листья), а именно: если биофильные элементы (Mn, Zn, Cu) концентрируются в надземных частях растений больше, чем в корнях, т. е. имеют базипетальный характер распределения, то элементы–токсиканты (Hg, Ni, Cd, As) накапливаются в корнях больше, чем в надземных органах, т. е. имеют акропетальный тип распределения.

Подводя итог, можно отметить, что, несмотря на особенности избирательного поглощения ТМ различными видами растений, их содержание в исследованном лекарственном сырье не превышает ПДК, и соответственно они не представляют опасности для здоровья человека.

Таким образом, на территории Ферганской области содержание тяжелых металлов в растительном сырье находится в пределах допустимых значений, принятых СанПиН для биологически активных добавок к пище на растительной основе, и поэтому допустима заготовка этих растений для получения качественного, экологически чистого лекарственного растительного сырья при условии строгого соблюдения правил заготовки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Битюцкий Н. П. Микроэлементы высших растений / Н. П. Битюцкий. – СПб, 2011. – 368 с.
2. Вайцеховская Е. Р. Антропогенное воздействие на некоторые виды лекарственных растений Прибайкалья / Е. Р. Вайцеховская // Оценка состояния водных и наземных экологических систем. – Новосибирск, 1994. – С. 135–139.
3. Гравель И. В. Сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье из Алтайского края и некоторых регионов СНГ / И. В. Гравель // Тезисы науч.-практ. конф., посвященной XX-летию фарм. ф-та КГМА. – Кемерово, 2000. – С. 55–57.

4. Ильин В. Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В. Б. Ильин, А. И. Сысо. – Изд.-во СОРАН, 2001. – С. 229.
5. Сан ПиН №0283-10 "Гигиенические требования к безопасности пищевой продукции" Узбекистан.
6. Igamberdieva P. K. Wild medicinal plants in the Ferghana valley – springs of mineral substances / P. K. Igamberdieva, E. A. Danilova // Global Journal of Biotechnology & Biochemistry. – 2013. – № 3. – P. 66–68.

УДК 500.424.6

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА ОЗЕР И ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ЯМАЛА

Бобровицкая Нелля Николаевна, доктор географических наук, ФГБУ Государственный гидрологический институт, *Россия, Санкт-Петербург, eranol@mail.ru*

Еремеева Анна Олеговна, кандидат технических наук, ФГБУ Государственный гидрологический институт, *Россия, Санкт-Петербург, eranol@mail.ru*

Изучены особенности химического состава снежного покрова озер и техногенной территории НГКМ Бованенково в начале 2010-х годов. Превышение концентраций ПДК_{рх} в снеговых распадах было зафиксировано только по меди и нефтепродуктам. Концентрации БПК₅, азотсодержащих соединений, железа, марганца, свинца, цинка и кадмия, несмотря на низкий уровень, не превышающий ПДК_{рх}, на техногенных участках были в 1,5–2 раза выше, чем в снеговых водах озер. Обнаружено, что загрязнение снежного покрова в зимние месяцы связано с повышенным региональным фоном и юго-восточным ветро-пылевым переносом загрязненного песка и аэрозолей с территории промышленных объектов месторождения.

Ключевые слова: снежный покров, химический состав, озера, техногенная территория, Ямал.

FEATURES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF SNOW COVER OF LAKES AND TECHNOGENIC TERRITORIES NORTHEASTERN YAMAL

Bobrovitskaya N. N., Eremeeva A.O.

The features of the chemical composition of the snow cover of the lakes and the technogenic territory of the OGCF Bovanenkovo have been studied in the early 2010 s. The exceedance of maximum permissible concentration (MPC) of fishery in snow melts was recorded only for copper and petroleum products. Concentrations of BOD₅, nitrogen-containing compounds, iron, manganese, lead, zinc, and cadmium despite the low level, not exceeding MPC of the fishery, on technogenic sites were 1.5–2 times higher than in the snow waters of lakes. It was found that the contamination of the snow cover during the winter months was associated with an increased regional background and southeast wind-dust transfer of contaminated sand and aerosols from the industrial site of the field.

Keywords: snow cover, chemical composition, lakes, technogenic territory, Yamal

Введение. Атмосферные осадки над полуостровом Ямал на 45–50 % представлены снегом, который в течение 7–8 месяцев является главной депонирующей средой для разного рода загрязнений [4].

Механизм формирования реальных уровней химических веществ в снежном покрове Ямала очень сложен, поскольку наряду с региональными и локальными факторами (морские аэрозоли, перенос атмосферных осадков, контактировавших с морской водой и т. п.) существенную роль играет и трансграничный перенос техногенных соединений.

Данные о химическом составе снежного покрова служат косвенным показателем состояния загрязнения атмосферы и являются единственными материалами для оценки регионального загрязнения атмосферы в зимний период на исследуемых территориях.

Объекты и методы исследования. Отбор проб снега с поверхности озер и техногенных участков НГКМ Бованенково был выполнен в начале 2010-х годов в период строительства нефтегазового комплекса. Пробы снега отбирались на водоразделах, склонах, поймах и поверхности исследуемых водных объектов, с учетом элементов рельефа, основных источ-

ников газопылевых выбросов и ветро-пылевого переноса в соответствии ГОСТ 17.1.5.05-85 и РД 52.04.186-89 [1, 5]. Всего было отобрано 32 пробы.

В точке наблюдения определялась глубина снежного покрова, плотность при помощи снегомера, описывался рельеф и степень загрязнения снега. При отборе снега замерялась площадь шурфа и фиксировалось время от начала установления снежного покрова. Масса пробы снега составляла не менее 5–7 кг, что позволило получить при оттаивании пробу воды не менее 3 литров.

Для определения фоновых концентраций химических ингредиентов в снеговой воде были взяты 4 пробы вне зоны влияния объектов нефтегазового комплекса на юго-восточной оконечности месторождения с учетом преобладания ветро-пылевого переноса.

В расплавах снега были определены следующие ингредиенты: водородный показатель, (рН), БПК₅, взвешенные вещества, сухой остаток, перманганатная окисляемость, минерализация, кальций, магний, гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, аммонийный, нитратный и нитритный азот, фосфаты, удельная электропроводность; тяжелые металлы: свинец, цинк, ртуть, медь, кобальт, кадмий, никель, марганец, железо, хром; органические соединения нефтепродукты, фенолы, АПАВ.

Результаты исследования. Согласно гидрохимическому анализу, превышение концентраций ПДК_{рх}, в исследуемых расплавах снеговых вод, было зафиксировано только по меди (1–4,5 ПДК_{рх}) и нефтепродуктам (до 1,3 ПДК_{рх}) [3].

Кислотность снеговых вод в пределах НКГМ Бованенково имела нейтральную реакцию и изменялась в диапазоне 7,01–7,15 единиц. Значения показателя БПК₅ колебались от 0,72 до 1,6 мгО₂/дм³. Средняя величина БПК₅ для озер была несколько ниже – 0,93, чем для месторождения – 1,01 мгО₂/дм³. Наименьшие показатели БПК₅ приурочены к пойменным озерам, которые в период половодья питаются речными водами.

По классификации БПК₅ А. М. Крылова [2], снеговые воды, отобранные на различных участках месторождения, можно отнести к условно чистым, поскольку значения БПК₅ ниже 2,0 мгО₂/дм³. Максимальные значения показателя БПК₅, характеризующие присутствие легкоокисляемой органики в снеговой воде, приурочены к точкам отбора проб, расположенным в центральной части месторождения, которые испытывают наибольшую техногенную нагрузку (рисунок 1).

Концентрации азотсодержащих соединений, железа, марганца, свинца, цинка и кадмия, несмотря на низкий уровень, не превышающий ПДК_{рх}, на техногенных участках были в 1,5–2 раза выше, чем в снеговых водах озер.

Медь. Содержание меди изменялось в интервале <0,001–0,0045 мг/дм³ и превышало ПДК_{рх} (0,001 мг/дм³) при среднем значении 0,0024 мг/дм³. Высокие концентрации меди связаны с повышенным региональным фоном и аэрогенным переносом (рисунок 2). Максимальные концентрации обнаружены в точках на техногенных участках месторождения и в снеге двух термокарстовых озер, которые расположены на третьей абразионно-аккумулятивной плейстоценовой морской террасе в центральной части месторождения. Котловины этих озер имеют реликтовое происхождение и образовались в результате таяния жильных льдов.

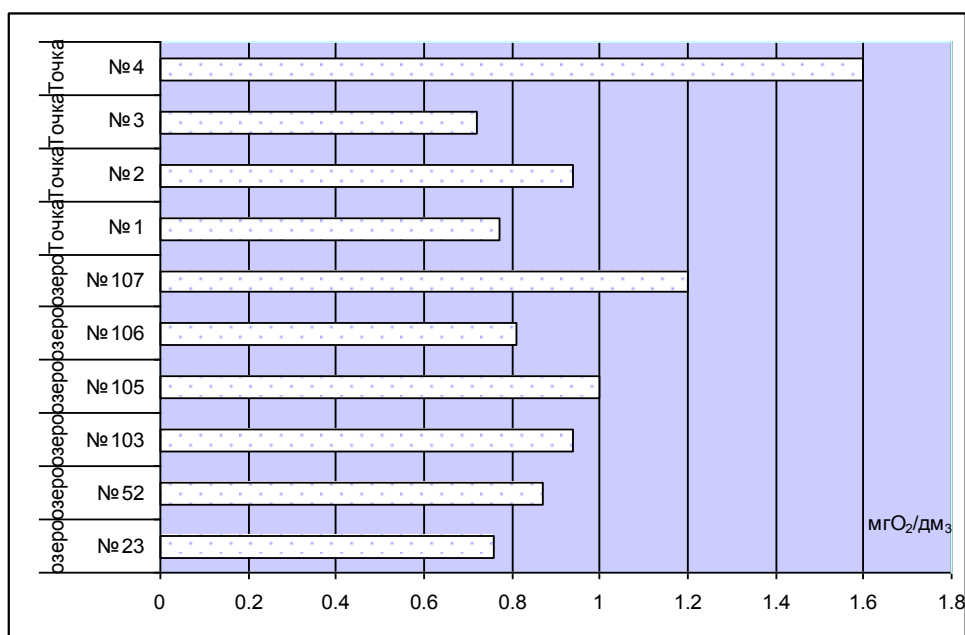


Рисунок 1 – Максимальные значения показателя БПК₅ в снеговых водах озер и техногенной территории

Нефтепродукты. Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от <0,005 мг/дм³ до 0,063 мг/дм³ при среднем значении 0,055 мг/дм³.

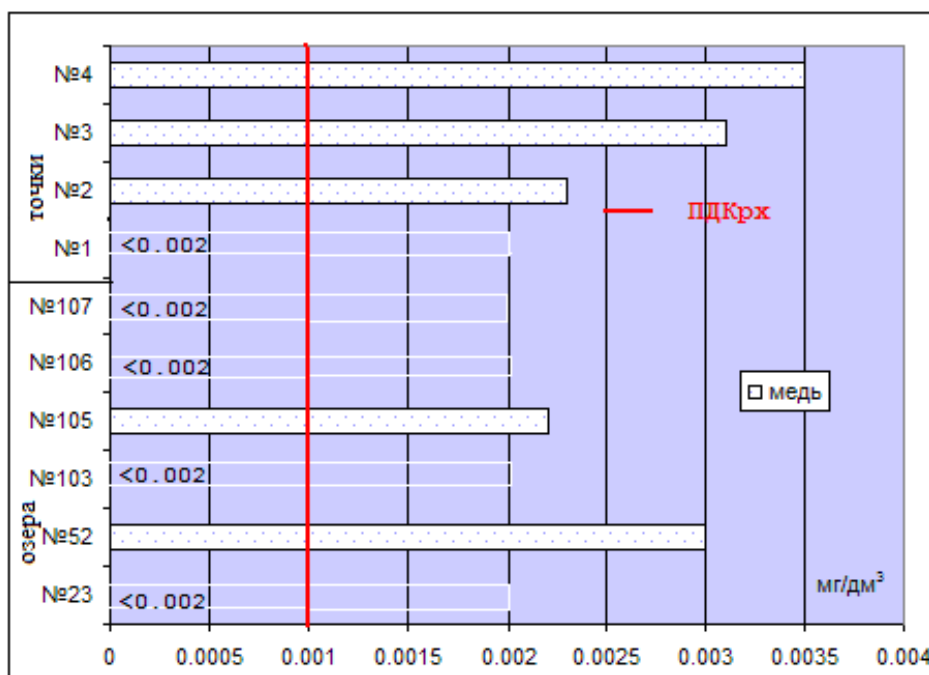


Рисунок 2 – Концентрации меди в талых снеговых водах озер и техногенной территории в ноябре 2010 г.

В снеговых водах озер концентрации нефтяных углеводородов не превышали предел обнаружения метода (<0,002 мг/дм³). Незначительное загрязнение снежного покрова с превышением рыбохозяйственного норматива (0,05 мг/дм³) до 1,3 ПДК_{рх} выявлено в двух точках техногенной территории. Эти точки приурочены к участкам, подверженным повышенному антропогенному влиянию.

Загрязнение снежного покрова в зимние месяцы вызвано юго-восточным ветропылевым переносом загрязненного песка и аэрозолей с территории промбаз, а также от других линейных и площадных промышленных объектов месторождения (рисунок 3).

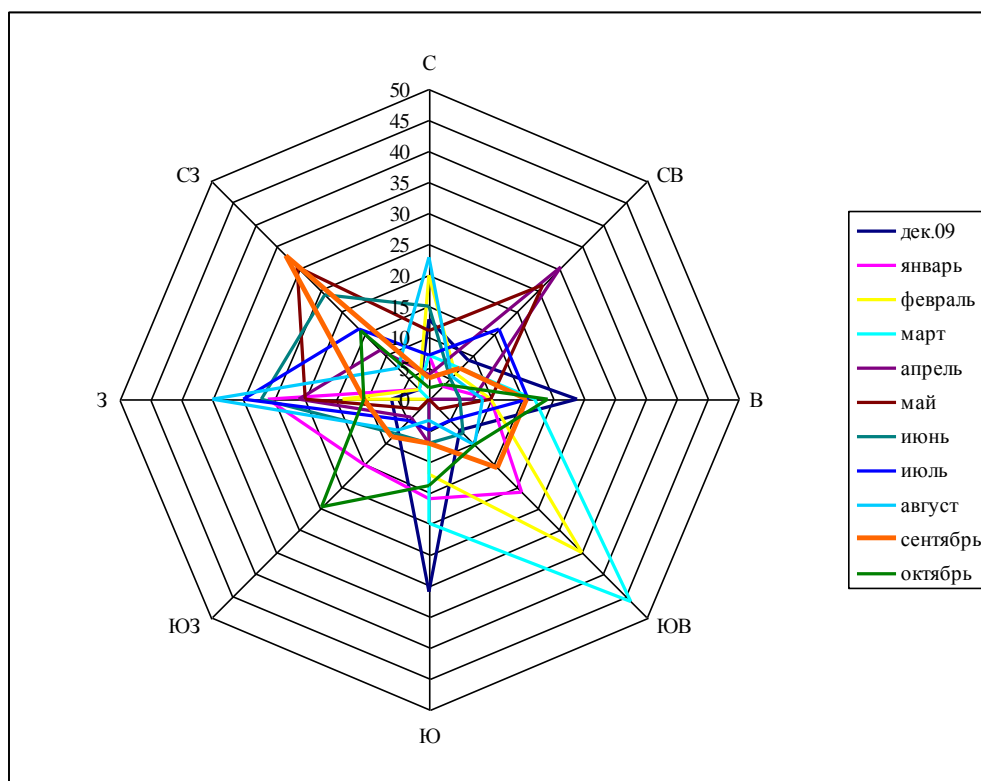


Рисунок 3 – Роза ветров территории месторождения, январь–декабрь 2010 г.

В настоящее время в период активной эксплуатации территории НГКМ Бованенково, полученные концентрации химических веществ в расплавах снеговых вод озер и техногенных участков, могут быть использованы в качестве фоновых при оценке загрязнения снежного покрова месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.1.5.05-85. «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».
2. Крылов А. В. Зоопланктон и качество малых рек в условиях воздействия промышленных стоков / А. В. Крылов // Зооценозы водоемов бассейна Верхней Волги в условиях антропогенного воздействия: Тр. ИБВВ РАН. – 2013. – С. 39–47.
3. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 – № 20.
4. Природа Ямала / под ред. Л. Н. Добринского. – Екатеринбург : УИФ наука, 1995. – 435 с.
5. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».

СОСТАВ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ

Дудникова Тамара Сергеевна, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, tyto98@yandex.ru

Сушкова Светлана Николаевна, кандидат биологических наук, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, terra_rossa@mail.ru

Минкина Татьяна Михайловна, доктор биологических наук, профессор, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, tminkina@mail.ru

Антоненко Елена Михайловна, кандидат технических наук, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, antonenko1102@yandex.ru

Дорохова Наталья Александровна, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, azovdona@yandex.ru

Дерябкина (Тюрина) Ирина Геннадьевна, ЮФУ Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, *Россия*, г. Ростов-на-Дону, girenad@gmail.com

Проведено исследование почвы импактной зоны предприятия энергетического комплекса на содержание 16 приоритетных ПАУ. Установлено накопление полиаренов во всех почвах мониторинговых площадок. Сумма высокомолекулярных ПАУ в 3 раза превышала сумму низкомолекулярных ПАУ. Содержание ПАУ в почве мониторинговых площадок зависело от уровня техногенной нагрузки на территорию по локализации мониторинговой площадки относительно предприятия и направлению преобладающих ветров, а также физико-химических свойств почв.

Ключевые слова: мониторинг, ПАУ, почва, уровни загрязнения.

COMPOSITION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN THE SOILS OF THE INDUSTRIAL ZONE

**Dudnikova T.S., Sushkova S.N., Minkina T.M., Antonenko E.M.,
Dorohova N.A., Deryabkina (Turina) I.G.**

A study was conducted on the impact zone soil of the energy complex enterprise for the maintenance of 16 PAHs from the US Environmental Protection Agency priority pollutants list. It has been established polyarenes accumulation in all soils of monitoring sites. The sum of high molecular weight PAHs was significantly higher than the sum of low molecular weight PAHs. The PAHs content in the soil of monitoring sites depended on the level of anthropogenic load on the territory for the localization of the monitoring site relative to the enterprise and the direction of the prevailing winds and the physicochemical properties of the soil.

Keywords: monitoring, PAHs, soil, contamination levels.

Введение. ПАУ – группа органических соединений, имеющих в своём составе два и более сконденсированных ароматических кольца [1, 6], которые нерастворимы в воде, имеют высокую температуру плавления [4], образуются в результате температурного воздействия на органическое вещество [7]. Многие ПАУ обладают канцерогенной и мутагенной активностью [7]. Из всех ПАУ в России нормирован только бенз(а)пирен (БаП) – 20 нг/г [2]. Глобальная эмиссия БаП составляет 5000 т в год: 60 % приходится на процессы, связанные с сжиганием угля, 20 % – кокса, 4 % – древесины, 8 % – на открытое сжигание леса и сельскохозяйственных культур, 1 % – на выбросы транспорта и лишь 0,15 % – на сжигание нефти и газа [4]. В литературе обсуждается возможность использования характеристик качественного состава ПАУ для определения источника этих соединений, принадлежности их к пирогенному и петрогенному источнику эмиссии [1, 4, 7].

Объекты и методы исследования. Объект: ПАО "ОГК-2" Новочеркасская ГРЭС (НчГРЭС). Объемы выбросов данного предприятия составляют 250 тыс. т год. Мониторинговые площадки вокруг предприятия были заложены в пределах санитарной зоны (3 км) (№ 1–3, 5–7) и по линии преобладающего ветра (№ 4,8–10). Отбор проб был проведен мето-

дом конверта на глубину основного корнеобитаемого слоя (0–20 см) в 2018 г. Почву доводили до воздушно сухого состояния и пропускали через сито 1 мм. Экстракцию проводили методом омыления [5]. Концентрацию ПАУ в экстракте определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе Agilent 1260, 2014. Концентрацию ПАУ в образцах рассчитывали по методу внешнего стандарта. Полученные результаты обработаны методами математической статистики. Почвы мониторинговых площадок импактной зоны НчГРЭС представлены: площадки 3 (3 юз) – лугово-черноземная (ЛЧ) почва, легкоглинистый ГМС, содержание физ. глины – 6 7%, площадки 5 (1,2 ссз), 4 (1,6 сз), 8 (5 ссз), 9 (15 сз), 10 (20 сз), 6 (2 с), 7 (1,5 с), 1 (1 св) – чернозем обыкновенный (ЧО), тяжелосуглинистый ГМС, содержание физ. глины – 51–60 %, 2 (2,7 юз) – алювиальная (АЛ), песчаный ГМС, содержание физ. глины – 7 %.

Результаты и выводы. По мере удаления от НчГРЭС в СЗ направлении (по линии преобладающего ветра) суммарное содержание приоритетных ПАУ уменьшается согласно следующему убывающему ряду: площадка № 4 (1,6 СЗ) – 2757,8 нг/г > № 8 (5 СЗ) – 1150,9 нг/г > № 9 (15 СЗ) – 991,5 нг/г > № 10 (20 СЗ) – 850,6 нг/г (таблицы 1, 2). Накопление ПАУ в почве площадок, расположенных вокруг НчГРЭС, обусловлено, в основном, их физико-химическими свойствами [16]. В АЛ почве площадки № 2 с содержанием физ. глины 7 % содержание ПАУ минимально – 186,0 нг/г. На площадках, представленных ЧО (№ 1, 5–7), где содержание физической глины варьирует в пределах 51–55 %, сумма ПАУ в среднем составила 651,0 нг/г. Наивысшую адсорбционную способность по отношению к ПАУ продемонстрировала ЛЧ почва площадки № 3, где содержание ПАУ в слое почвы 20 см составило 2232,2 нг/г при 67 % физической глины (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Содержание низкомолекулярных ПАУ в почве импактной зоны НчГРЭС, нг/г

№ площадки	2-кольцевые ПАУ		3кольцевые ПАУ					ΣПАУ	
	Нафталин	Бифенил	Антрацен	Аценафтен	Аценафтилен	Флуорен	Фенантрен		
Легкоглинистый ГМС									
3	42,1±2	23,6±0,7	8,5±0,4	18,0±0,9	20,7±0,9	13,6±0,6	233,5±10	359,9	
Тяжелосуглинистый ГМС									
5	112,1±4	92,6±3	15,6±0,7	16,4±0,6	18,6±0,6	43,4±1	147,5±5	446,2	
4	144,2±5	140,1±6	61,4±3	22,4±1	55,1±2	62,6±2	453,0±18	938,8	
8	124,6±5	24,6±1	20,9±1	10,7±0,5	15,4±0,7	42,9±1	130,1±5	369,2	
9	113,1±4	16,3±0,5	18,6±0,9	8,6±0,4	12,9±0,6	37,6±1	93,2±4	300,3	
10	122,4±5	13,6±0,5	15,4±0,9	8,9±0,3	13,7±0,6	50,5±2	82,0±4	306,5	
6	66,6±4	44,5±2	10,2±0,5	16,2±0,7	26,1±0,8	16,6±0,6	265,5±8	445,6	
7	25,5±1	23,1±1	21,3±1	11,2±0,4	15,5±0,6	10,3±0,4	106,4±4	213,4	
1	36,1±1	19,3±0,7	13,0±0,6	11,3±0,5	32,9±1	16,3±0,7	213,2±10	342,2	
Песчаный ГМС									
2	44,0±2	22,5±0,7	7,5±0,3	9,5±0,5	20,2±0,8	12,8±0,6	69,6±3	186,0	
								Σ	3908,0

Суммарное содержание низкомолекулярных ПАУ в почвах с песчаным ГМС меньше, чем в почвах легкоглинистого ГМС в 2 раза, и в почвах тяжелосуглинистого ГМС – в 2,25 раза.

Соотношение суммы низкомолекулярных и высокомолекулярных ПАУ : 3908,0<10656,1 свидетельствует об антропогенном происхождении ПАУ на исследуемой территории [4]. Содержание высокомолекулярных ПАУ на почве площадки № 2 с песчаным ГМС составило 587,5 нг/г, что в 3 раза меньше, чем в почве площадки № 3 с легкоглинистым ГМС – 1785,9 нг/г, а в почве тяжелосуглинистого ГМС, в среднем, сумма высокомолекулярных ПАУ составила 1035,3 нг/г. Полученные данные свидетельствуют о повышенной сорбционной способности почв с тяжелым гранулометрическим составом, таких как легкоглинистые и тяжелосуглинистые, по сравнению с песчаными почвами в 3 и 2 раза соответственно.

Таблица 2 – Содержание высокомолекулярных ПАУ в почве импактной зоны НчГРЭС, нг/г

№ площад- ки	4-кольцевые ПАУ				5-кольцевые ПАУ				6-кольцевые ПАУ	ΣПАУ
	Бенз[a]ан- трацен	Пирен	Флуора- нтен	Хризен	Бенз[a] пирен	Бенз[b] флуоран- тен	Бенз[k] флуоран- тен	Бенз(g,h,i) перилен	Ди- бенз(a,h)антр- ацен	
Легкоглинистый ГМС										
3	182,1±7	325,2±9	278,1±9	229,6±7	164,8±6	325,7±10	110,6±4	77,4±3	92,4±3	1785,9
Тяжелосуглинистый ГМС										
5	53,5±2	76,2±3	100,4±4	58,5±2	59,6±2	194,9±6	29,5±1	126,1±5	25,2±0,9	723,8
4	234,6±6	284,1±9	562,4±20	418,5±17	347,8±19	515,4±24	182,7±7	85,1±3	127,2±4	2757,8
8	104,3±4	202,5±7	196,8±10	132,4±5	190,2±7	169,9±8	54,2±2	62,1±2	38,5±1,5	1150,9
9	84,1±3	183,9±7	212,6±11	158,1±6	75,2±2	156,3±7	45,9±2	47,0±2	28,4±1	991,5
10	68,4±2	162,1±7	154,7±8	174,6±7	68,4±2	127,9±7	32,7±1	39,4±2	22,4±0,8	850,6
1	51,1±2	179,7±6	73,4±4	73,1±4	107,5±4	118,9±6	31,8±1	83,2±4	7,1±0,3	725,9
6	21,7±1	43,0±1	48,9±1	83,6±3	97,2±3	166,3±7	15,1±0,4	96,7±4	6,4±0,25	578,8
7	17,4±1	103,4±3	75,3±2	81,7±3	72,3±2	33,6±1	4,9±0,2	108,0±4	6,70,2	503,3
Песчаный ГМС										
2	31,6±1	89,2±3	73,0±3	70,6±3	49,6±2	141,5±7	11,4±0,4	113,4±4	7,3±0,3	587,5
										Σ 10656,1

ПДК БаП превышены на всех исследуемых площадках. Минимальная концентрация БаП зафиксирована на площадке № 2 – 49,6 нг/г (2,5 ПДК), а максимальная – на площадке № 4: 347,8 нг/г (17,4 ПДК). Высокое содержание БаП (таблица 2) в почвах площадок № 3, № 4 и № 8 характеризует данную территорию как категорию промышленных зон [7]. На всех исследуемых площадках содержание фенантрена и нафталина выше, чем остальных низкомолекулярных ПАУ (таблица 1), что может свидетельствовать о влиянии выбросов НчГРЭС на качественный состав ПАУ данной местности, поскольку количественное соотношение содержания данных соединений по отношению к другим низкомолекулярным ПАУ позволяет отнести их к угольно-пирогенной ассоциации ПАУ [4, 7].

Таким образом, установлено накопление ПАУ в почвах исследуемой территории. Суммарное содержание высокомолекулярных ПАУ превышает суммарное содержание низкомолекулярных ПАУ в 2,7 раза, что свидетельствует об антропогенном происхождении ПАУ на исследуемой территории. Накопление ПАУ зависело, преимущественно, от физических свойств почв: высокомолекулярные ПАУ накапливались в 3 раза больше в легкоглинистой почве и в 2 раза больше в среднесуглинистой почве по сравнению с песчаной. Низкомолекулярные ПАУ накапливались в среднесуглинистой и легкоглинистой почвах в 2,25 и 2 раза соответственно выше по сравнению с песчаной.

Исследования выполнены при поддержке проектной части гос. задания Министерства образования и науки РФ, № 6.6222.2017/8.9, ведущей научной школы № НШ-3464.2018.11.

Работа рекомендована д. б. н. профессором О. А. Бирюковой

ЛИТЕРАТУРА

1. Геннадиев А. Н. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах / А. Н. Геннадиев, Ю. И. Пиковский. – Изд-во Московского унив., 1996. – С. 188.
2. Ильницкий А. П. Новый нормативно-правовой документ в области первичной профилактики рака (СанПиН 1.2. 2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности») / А. П. Ильницкий // Первичная профилактика рака. – 2008. – №. 1/2. – С. 4–11.
3. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. – М. : Минздрав СССР. Утв. зам. главн. Госуд. Санитарного врача СССР 19.11.91. № 6229

4. Пиковский Ю. И. Природные и техногенные углеводородные геохимические поля в почвах: концепция, типология, индикационное значение / Ю. И. Пиковский [и др.] // Геохимия ландшафтов и география почв. 100 лет со дня рождения М. А. Глазовской. – 2012. – С. 236–258.
5. РД 52.10.556-95. Методические указания. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси. – М. : Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1996.
6. Сушкова С. Н. Оценка содержания бенз (а) пирена в почвах и растениях зоны влияния Новочеркасской ГРЭС : дис. / С. Н. Сушкова. – Ростов на Дону, 2012.
7. Цибарт А. С. Полициклические ароматические углеводороды в почвах: источники, поведение, индикационное значение (обзор) / А. С. Цибарт, А. Н. Геннадиев // Почвоведение. – 2013. – №. 7. – С. 788–788.

СЕКЦИЯ 3

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ПОЧВ

УДК 631.879.4

РЕУТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПРИ СОЗДАНИИ СЛОЖНЫХ КОМПОСТОВ

Белюченко Иван Степанович, профессор, доктор биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

Почва как среда обитания живых организмов способствует сохранению и накоплению на нашей планете солнечной энергии, влаги и кислорода. В этом заключаются экологические функции почвы, обеспечивающие устойчивость биосферы, и сохраняющие человеческую цивилизацию на Земле. Однако практически все почвы сегодня затронуты техногенными процессами, а их основное назначение связано с производством сельскохозяйственной продукции, что нарушает экологические взаимосвязи в биосфере. Накопление и захоронение различных отходов в настоящее время превышает возможности самовосстановления почв. Основой восстановления почвенного покрова может стать комплексное использование различных отходов в форме сложного компоста. Сложный компост представляет собой смесь органических, минеральных и органоминеральных отходов промышленного, сельскохозяйственного, бытового и природного происхождения. Сформированный сложный компост улучшает физические, химические и биологические свойства верхнего слоя почвы, обогащает их питательными веществами и коллоидными структурами. Исследования проводились на стационарном полигоне многолетнего мониторинга с 1994 по 2010 гг. в ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края. Наиболее важную роль в составе отходов, как показали наши исследования, играет сочетание традиционных органических сельскохозяйственных отходов (растениеводства и животноводства) и фосфогипса. Изучалось влияние норм внесения сложного компоста с участием фосфогипса на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции и улучшение плодородия почвы. Приводится состав и варианты предлагаемых норм сложного компоста, например, оптимальное количество фосфогипса в компосте от 5 до 7 т/га. В процессе компостирования отмечается ослабление процессов потери азота, замедляется минерализация органического вещества, нейтрализуется среда, активизируются микробиологические процессы, улучшаются санитарно-гигиенические показатели. Результаты исследований подтверждаются многолетними опытами и приводятся в 4 таблицах. Сложный компост является хорошим мелиорантом почвенного покрова агроландшафтов, обогащает его органическим веществом, фосфором, кальцием, серой, микроэлементами; улучшает структуру почвы, снижает её плотность; оказывает благоприятное воздействие на функционирование сообществ микроорганизмов и мезофауны. Использование различных отходов в качестве сырьевой основы сложных компостов позволяет решить экологические проблемы накопления и складирования отходов, сдерживания и приостановления деградационных процессов почвенного покрова и восстановления его экологических функций.

Ключевые слова: отходы различных производств, фосфогипс, сложный компост, дисперсные системы, коллоидный состав, агрегатная устойчивость, плодородие почв, мелиоранты, агроландшафт.

REUTILIZATION OF WASTES BY CREATING OF COMPLEX COMPOSTS

Belyuchenko I. S.

The soil as a habitat of living organisms contributes to the preservation and accumulation of solar energy, moisture and oxygen on our planet. This is the ecological functions of the soil, ensuring the stability of the biosphere and preserving human civilization on Earth. However, almost all the soils today are affected by man-made processes, and their main purpose is associated with the production of agricultural products, which violates the ecological relationships in the biosphere. The accumulation and burial of various wastes currently provides more opportunities for self-healing of soil. The basis for restoration of soil cover can be the complex use of various wastes in form of complex compost. Complex compost is a mixture of organic, mineral and organic mineral wastes of industrial, agricultural, domestic and natural origin. Complex compost improves the physical, chemical and biological properties of soil surface, enriches them with nutrients and colloidal structures. The studies were carried out at the stationary testing

site for many years of monitoring from 1994 to 2010 in OJSC "Precepts of Ilyich" of the Leningrad region of Krasnodar territory. The combination of traditional organic agricultural wastes (crop and livestock production) and phosphogypsum plays the most important role in the composition of the waste. The impact of norms introduction of complex compost with participation of phosphogypsum on yield and quality of agricultural products and the improvement of soil fertility was recognized. The composition and variants of proposed norms of complex compost, for example, the optimal amount of phosphogypsum in the compost from 5 to 7 t/ha are given. The weakening of nitrogen loss processes, the slowing down of the mineralization of organic matter, the neutralization of the environment, the activation of microbiological processes, the improvement of hygienic indicators are noted in the composting process. The research results are confirmed by years of experience and are presented in tables. Complex compost is a good ameliorative of soil cover of agrolandscapes, enriches it with organic matter, phosphorus, calcium, sulfur, microelements; improves soil structure, reduces its density; It has a beneficial effect on the functioning of microbial and mesofauna communities. The use of various wastes as a raw material basis for complex composts makes it possible to solve the environmental problems of accumulating and storing wastes, restraining and suspending the degradation processes of soil cover and restoring its ecological functions.

Key words: wastes of various productions, phosphogypsum, complex compost, disperse systems, colloidal composition, aggregate stability, soil fertility, ameliorants, agrolandscape.

Почва как важный блок экосистемы обладает экологическими функциями, обеспечивающими устойчивость биосферы и развитие цивилизации, мира животных и растений [7, 12, 13]. Почва является средой обитания многочисленных живых организмов, способствует сохранению и накоплению на нашей планете солнечной энергии и кислорода. Жизнь на Земле обеспечивается опосредованно через растения, в основном высшие. Они активно участвуют в газообмене, формируют водные системы, речные стоки и в целом поддерживают водный баланс, защищают литосферу земли от денудации, способствуют накоплению в верхней части коры выветривания важнейшего органического вещества – гумуса. Живые организмы почвы изменяют минеральный каркас (песок, глина, пыль и другие), формируя структуру почвенного покрова. Природные почвы сегодня затронуты техногенными процессами, а их основная функция связана с производством сельскохозяйственной продукции, что нарушает многие экологические взаимосвязи в биосфере [12, 14, 18, 25].

Воздействие человека на процессы эрозии почвы по своим масштабам и последствиям сравнимы с геологическими, особенно в районах активного хозяйствования. Окружающая среда в зонах размещения (захоронения) различных отходов испытывает серьезную техногенную нагрузку, обычно превышающую возможности ее самовосстановления [14, 16, 19, 20]. Основная масса отходов размещается в виде свалок, сжигается, закапывается в откосы и т. д., занимая и приводя в негодность большие площади. Сжигание различных органических отходов весьма опасно, поскольку идет сильное загрязнение воздушного пространства, воды и почвы мелкодисперсной пылью, летучей золой, оксидами серы, азота, фуранами и диоксинами [1, 13, 17, 22]. Одним из путей улучшения почвенного покрова может стать исследование различных отходов и комплексное использование их в форме сложного компоста, вносимого один раз в несколько лет [3, 8, 9, 11].

Многие земельные площади в нашей стране засорены различными отходами, а их токсичные газообразные выделения и фильтраты отравляют воздух, надземные и подземные воды [2, 4, 6, 10]. Значительную часть органических и минеральных отходов можно с пользой применить для производства сложных компостов, которые способны значительно повысить плодородие почв, играющих основную роль в составе биосферы [5, 15, 21, 23, 24].

Наиболее ценны органические сельскохозяйственные и природные отходы. Они включают все виды и формы полуперепревшего навоза (КРС, свиней, куриный помет – твердый и жидкий), остатков растениеводческой продукции (солома пшеницы и ячменя, стебли кукурузы и подсолнечника, листья и отходы сахарной свеклы и овощей, выжимки плодов и т. п.), а также опад листьев и плодов лесных деревьев. Промышленные отходы включают твердые и жидкие минеральные остатки от переработки естественного сырья (фосфогипс, галиты, сильвиниты, известковая мука и др.). Отходы быта включают сточные воды и их пастообразные осадки. Природные отходы выделяются в основном органическим

происхождением и представляют опад листьев, плодов, однолетних побегов кустарников, деревьев, ветوشь трав, а к минеральным относятся материалы осыпей и разрушенных горных пород.

Отходы различных производств и природного происхождения являются дисперсными системами, в которых одно вещество в виде мелких частиц равномерно распределено внутри другого. Различают истинные и коллоидные (золи и гели) растворы и взвеси, отличающиеся друг от друга формами и размерами частиц или степенью их дисперсности. Основной характеристикой любой дисперсной системы является емкость катионного обмена (ЕКО), характеризующая обменную способность и зависящая от строения и гранулометрического состава субстрата. Органические отходы, содержащие значительное количество мелкодисперсных коллоидных фракций и органического вещества, обладают большей поглотительной способностью по сравнению с отходами минерального происхождения.

Большая суммарная поверхность коллоидных частиц в ряде отходов определяет их способность формировать поглощающий комплекс как совокупность минеральных, органических и органоминеральных составляющих. Для поглотительной способности коллоидов сложного компоста большое значение имеет содержание в них гумусных веществ и минерального состава, а также соотношение между минералами группы монтмориллонита, с одной стороны, и каолинита, с другой. Минеральный состав высокодисперсной части сложного компоста определяется подстилающими почвообразующими породами. На территории России они представлены в основном четвертичными отложениями, и в большей части сложных компостов преобладают гидрослюды и монтмориллонит, оказывающие значительное влияние на свойства почвы и продуктивность агроландшафта.

Материал и методы исследований. Основные полевые исследования проводились на стационарном полигоне многолетнего мониторинга с 1994 по 2010 гг. в ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края. При оценке состояния почвенного покрова на контрольных вариантах выявлено ухудшение основных физических и химических свойств почвы, что отрицательно сказалось на её плодородии. Было изучено влияние норм внесения фосфогипса (отхода переработки природного сырья) от 1 до 10 т на 1 га. При внесении до 4 т фосфогипса в состав сложного компоста урожай и качество продукции отдельных культур изменялось в сторону повышения весьма умеренно. Внесение фосфогипса больше 8 т/га заметно повышало в почве валовое содержание ряда тяжелых металлов, масса которых по количеству в верхнем слое почвы поднималась до ПДК. При определении нормы внесения фосфогипса в сложном компосте на черноземе обыкновенном оптимальные результаты отмечены на уровне от 5 до 7 т/га. В сентябре 2007 г. был заложен производственный опыт по изучению влияния модернизации технологических приемов при возделывании сельскохозяйственных культур. Под посеvy озимой пшеницы вносили сложный компост, включающий промышленные и сельскохозяйственные отходы, в количестве 68–70 т/га, что оказало положительное влияние на развитие культур севооборота в течение 2007–2012 гг.

Сложный компост по нашей технологии включал в свой состав следующие компоненты (т/га): полуперепревший навоз КРС – 50, фосфогипс – 7, пшеничную и ячменную солому – по 3, дефекаат – 3, древесные опилки – 2, шелуха семян подсолнечника – 1, а также отходы свеклы, выжимки овощных культур, золу, растительные остатки кукурузы и смет с ферм – по 1–2 т/га. Площадь опытного участка с внесением сложного компоста составила 25 га, а контрольного (с внесением рекомендованных минеральных удобрений) – 27 га. Изучение влияния сложного компоста в сравнении с минеральными удобрениями проходило в течение 2007–2012 гг. на следующих культурах: озимая пшеница → кукуруза на зерно → озимая пшеница → сахарная свекла → озимая пшеница. Научные и производственные исследования внесения сложного компоста в течение пяти лет позволили оценить его влияние на органические свойства почвы, продуктивность культур и качество их продукции, а также возможность оценить воздействие сложного компоста в целом на функционирование аграрного ландшафта.

Обсуждение результатов исследований

1. Особенности поведения субстратов различных отходов. Проанализируем природные и техногенные отходы различных производств с точки зрения возможности их использования для улучшения почвенного покрова с учетом разнообразия их физических, химических и биологических характеристик и способности формировать сложные компосты при смешивании разнокачественных лиофильных и лиофобных субстратов. Отходы с различными свойствами и характеристиками позволяют получать комплексные высокоэффективные органоминеральные удобрения, выступающие в качестве мелиоранта почвы. При различной компоновке отходов формируются сложные компосты, различающиеся физическим и химическим составом, имеющие свои особенности развития и сроки формирования, а также новые свойства, которые не выражены у его составляющих [1, 4, 8].

На основе объединения лиофильных и лиофобных дисперсных систем отдельных отходов, обогащенных органическими и минеральными коллоидами, совершенствуются физико-химические и биолого-экологические функции сложных компостов. Леофильные системы термодинамически равновесны и высокодисперсны, формируются в результате получения отходов при производстве продукции из природного сырья (минеральные отходы после переработки мела, апатитов, калийных солей и т. д.). Леофобные дисперсные системы органических отходов термодинамически неравновесны и обладают большим избытком свободной поверхностной энергии (отходы животноводческой продукции, леса, быта, растительных остатков и т. д.).

При смешивании лиофильных и лиофобных отходов происходит их коагуляция на основе сближения частиц и объединения в плотные агрегаты, а также укрупнение первичных частиц путем слияния капель воды или пузырьков газа. Нестабилизированные и неустойчивые лиофобные дисперсные системы отходов непрерывно изменяют свой дисперсный состав (отходы органического происхождения) в сторону укрупнения частиц вплоть до расслоения на микрофазы. Стабилизированные лиофильные дисперсные системы отходов сохраняют дисперсность (отходы переработки природного сырья) в течение продолжительного времени, что определяется образованием электрического поля и адгезией поверхностей разнородных твердых тел [2, 6, 10, 11].

Минеральные отходы представляют собой дисперсную систему, не образующую устойчивые коллоиды, поскольку их нерастворимые элементы гидратируются очень слабо, не инициируют взаимной коагуляции или седиментации и структурные агрегаты не образуют. Органические отходы, переработанные микроорганизмами, представляют дисперсную систему, где вследствие высокой гидратации в процессе взаимной коагуляции органических и минеральных коллоидов формируются гелеобразные структуры, являющиеся носителями увлажнения и плодородия. Изучение гранулометрического состава отходов показало отличие их от почвы, поскольку доля частиц размером меньше 0,25 мм в минералах довольно высока и составляет около 55 %, а на долю частиц меньше 0,001 мм приходится всего 16–21 % (таблица 1).

Таблица 1 – Гранулометрический состав сравниваемых субстратов

Субстрат	Размер структурных частиц (мм) и их содержание (%)						Физическая глина, %
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,0005	0,005–0,001	<0,001	
Чернозем обыкновенный	1,14	10,33	34,91	3,08	12,9	37,64	53,62
Полуперепревший навоз КРС	5,23	13,19	40,08	6,68	13,33	21,49	41,50
Сложный компост	22,3	55,04	1,33	0,32	5,14	15,87	21,33

При внесении минеральных отходов в почву основная масса их частиц размером 0,01 мм покрывается сверху массой мелких органических или органоминеральных образований почвы, при этом формируются макроагрегаты размером более 1 мм и достаточно устойчивые микроагрегаты с диаметром частиц фосфогипса до 1 мм. Совмещение органической части и минеральных отходов улучшает аэрацию субстрата, обогащает почву кисло-

родом, повышает порозность и понижает ее плотность, способствует активному поглощению и более экономному расходованию влаги и т. д. [3, 5, 7].

В смеси отходов выделяют устойчивость седиментационную и агрегатную. Седиментационно устойчивы коллоидные системы с газовой и жидкой дисперсионной средой (например, свиной навоз жидкий), в которых беспорядочное движение частиц мешает их оседанию. В агрегатно устойчивых системах (например фосфогипс) непосредственные контакты между частицами не возникают и они сохраняют свою дискретность. При нарушении агрегатной устойчивости частицы фосфогипса и полуперепревшего навоза КРС сближаются в процессе беспорядочного движения и довольно устойчиво соединяются. Свойства дисперсных систем определяются основными поверхностными явлениями: адсорбцией, образованием двойного электрического слоя, а также контактными взаимодействиями частей. Дисперсные системы отходов распространены в природе повсеместно: горные породы, грунты, почвы, сложные компосты, атмосферные и гидросферные осадки, растительные и животные ткани, а также большинство отходов, основу которых составляет природное сырье. Дисперсные фазы различных отходов на хорошо развитых поверхностях активизируют химические процессы и определяют их направления в структурообразовании почвенного покрова [9, 12, 14].

2. Изменение свойств различных отходов по мере созревания сложного компоста.

При созревании сложного компоста многие вещества разных отходов вступают в контакт и между ними происходят химические реакции с образованием новых соединений. В случае отсутствия видимого взаимодействия различных веществ при их смешивании формируется механическая смесь, которая в дальнейшем при изменении условий (кислотность, температура, щелочность и др.) через усиление взаимосвязей частиц может трансформироваться в химическую. Преобладание органических и минеральных коллоидов нередко является причиной самопроизвольно образовавшихся гетерогенных растворов, которые составлены растворителями нескольких растворенных веществ. Важную роль в этой ситуации играют водные растворы, где идут сложные физико-химические процессы с проявлением физических (диффузия, непостоянство состава) и химических свойств (неустойчивость соединений), а также гидратационных – появление различных форм связанной воды: химически связанная, кристаллизационная, адсорбированная, вода в капиллярах и т. д. [13, 15, 16].

Трансформация дисперсных отходов формирует сложный компост с определенными свойствами. Его основу составляет сложная морфологическая структура, которая определяет его физические (плотность, накопление воды и другие характеристики), а также химические (рН раствора, содержание органических и минеральных коллоидов, органического вещества, биогенов и т. д.) и биологические характеристики (освоение растениями и животными экологических ниш). С течением времени (4–5 мес) в сложном компосте в теплый период образуются чередующиеся и генетически связанные между собой различные группы микро- и мезофауны, мозаично размещающиеся в зависимости от комбинации органических и минеральных веществ. В свою очередь, использование отходов различного происхождения в качестве сырья для производства сложных компостов позволяет освобождать земельные площади от складирования отходов, что снижает экологические нагрузки на окружающую среду [18, 20, 21, 22].

Определенный уровень сложности компостов (количество видов отходов, их химический состав) необходимо иметь в виду при учете специфики севооборота, проектировании мелиорации почв (рН, валовый состав, обеспеченность питательными веществами), их охране и т. д. От особенностей отходов в сложных компостах зависит их сложение, физические и химические свойства, продолжительность развития и функционирования при внесении в почву, способность повышать содержание органического вещества, изменять коллоидный состав, рН раствора, емкость катионного обмена и т. д. Мелиорация чернозема обыкновенного в процессе исследований должна предусматривать мероприятия, направленные на повышение содержания гумуса, подвижных форм фосфора, кальция, нейтрализацию почвенной среды, активизацию процессов структурообразования и создания водопроч-

ной структуры почвы, разуплотнение и улучшение водно-воздушного режима пахотного слоя, что позволяет повысить биологическую продуктивность агроландшафтных систем и качество получаемой растениеводческой продукции [17, 19, 22].

Повышение концентрации гумуса связано с внесением в почву необходимого количества органических веществ (прежде всего отходов животноводства), что благоприятно отражается на структуре верхнего слоя, его плотности, и некоторых элементах питания, вносимых с минеральными отходами, которыми являются фосфогипс и другие минеральные вещества (например галиты). В состав минеральных отходов входит большое количество кальция, необходимого для формирования водопрочной структуры почвы. Для поддержания водного режима компостируемого субстрата и снижения инфильтрации жидких стоков сложного компоста в процессе компостирования в качестве подстилки (нижняя зона сложного компоста) можно использовать солому (пшеничная, ячменная и др.). Применение в сложном компосте зеленой массы обеспечивает поступление свежего органического вещества, необходимого для улучшения жизнедеятельности грибов, бактерий, актиномицетов, мезофауны и других живых организмов [4, 9]. Древесные опилки или подсолнечная лузга способствуют улучшению физических характеристик сложного компоста и повышению его аэрации. Одним из вариантов решения поставленной задачи по восстановлению комплексного почвенного плодородия является качественный состав сложного компоста, включающего органические компоненты (полуперепревший навоз крупного рогатого скота, древесные опилки, солома, зеленая масса, подсолнечная лузга и другие органические отходы) и весьма важную минеральную часть (фосфогипс и др.).

Свойства сложного компоста, предлагаемого в качестве основного удобрения, испытывались по сравнению со свойствами широко применявшихся органоминеральных смесей под разные культуры в хозяйстве ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края. При компостировании полуперепревшего навоза КРС вместе с фосфогипсом, дефекатом и различными растительными остатками сложный компост, разработанный на кафедре общей биологии и экологии КубГАУ, приобретает ряд важных положительных свойств, улучшающих физику и химию почвы, рост и развитие культур и повышение качества их продукции [23].

При хранении свежего навоза КРС отмечены большие потери органического вещества (около 30–33 %) и более интенсивное нарастание долевого содержания общего азота. Денитрификация сложных соединений из органических отходов (птичий помет и др.) способствует загрязнению атмосферы газообразными соединениями азота. В связи с этим важным является поиск средств и технологий, снижающих денитрификацию азотсодержащих веществ из отходов органического происхождения и уравнивающих почвенные процессы связывания азота и его удаления. Сохранение азота в навозе является важной практической и экологической задачей. Компостирование полуперепревшего навоза КРС с фосфогипсом и другими отходами способствует существенному снижению активности процессов минерализации органического вещества и трансформации азота и предупреждает его бесполезные потери [13, 16].

3. Влияние компостирования отходов на агрохимические свойства сложного компоста. Полевыми опытами установлено, что при компостировании различных отходов минерализация органического вещества замедляется и его потери существенно снижаются. На период закладки опыта содержание органического вещества в полуперепревшем навозе КРС и в целом в сложном компосте находилось на уровне $22,5 \pm 1,02$ и $23,9 \pm 1,19$ % соответственно. В формирующемся сложном компосте содержание органического вещества в течение всего периода компостирования менялось незначительно и в конце этого процесса составило $21,8 \pm 1,0$ %. Потери органического вещества в полуперепревшем навозе КРС происходят быстрее, а на конечной стадии проведения опыта его концентрация снизилась до $16,9 \pm 1,04$ %. В случае компостирования полуперепревшего навоза КРС с различными отходами потери органического вещества составили 8,9, а без компостирования (полуперепревший навоз КРС) – 4 % (таблица 2).

В процессе компостирования также отмечается ослабление процессов денитрификации и заметное повышение концентрации азота в аммонийной форме. Содержание аммо-

нийного азота в процессе приготовления сложного компоста за счет добавления в смесь фосфогипса повысилось и к концу компостирования в среднем составило $0,11 \pm 0,01$, а в полуперепревшем навозе КРС – $0,06 \pm 0,01$ % [19, 22]. Через 5 мес потери азота в аммонийной форме в полуперепревшем навозе КРС составили до 31,4, а в сложном компосте всего 19,1 %. При смешивании полуперепревшего навоза с фосфогипсом, участвующим в образовании агрегатов различных размеров, активизируется процесс структурообразования сложного компоста, улучшаются его физико-химические свойства и качественный состав ППК. Снижение денитрификации способствует сокращению загрязнения атмосферного воздуха азотными соединениями. Соединение коллоидных частиц различных отходов заметно сокращает их вымывание в грунтовые воды, что, в свою очередь, снижает загрязнение поверхностных вод биогенными элементами, вызывающими эвтрофикацию водоемов [19, 20].

Таблица 2 – Агрохимические свойства сложного компоста в сравнении с полуперепревшим навозом КРС в зависимости от сроков компостирования

Вариант	Органическое вещество, %	N, %	NH ₄ ⁺ , %		pH	CaO, %	SO ₄ ²⁻ , %
			на исходную влажность				
1 мес							
Свежий навоз КРС	4,2 ± 0,14	0,23 ± 0,03	0,08 ± 0,01	0,13 ± 0,01	8,9 ± 0,13	0,09 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Полуперепревший навоз КРС	22,5 ± 1,05	0,59 ± 0,02	0,11 ± 0,01	0,22 ± 0,01	8,2 ± 0,10	0,44 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Сложный компост	23,9 ± 1,20	0,62 ± 0,04	0,14 ± 0,01	0,31 ± 0,01	7,02 ± 0,10	0,47 ± 0,01	0,10 ± 0,01
3 мес							
Свежий навоз КРС	3,9 ± 0,15	0,21 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,10 ± 0,01	8,8 ± 0,12	0,08 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Полуперепревший навоз КРС	18,9 ± 0,95	0,62 ± 0,01	0,12 ± 0,04	0,24 ± 0,01	8,2 ± 0,14	0,51 ± 0,01	0,07 ± 0,01
Сложный компост	22,25 ± 1,10	0,60 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,32 ± 0,01	7,0 ± 0,10	0,49 ± 0,01	0,12 ± 0,01
5 мес							
Свежий навоз КРС	4,0 ± 0,15	0,16 ± 0,03	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,01	8,4 ± 0,15	0,07 ± 0,01	0,05 ± 0,01
Полуперепревший навоз КРС	16,95 ± 1,04	0,70 ± 0,04	0,06 ± 0,01	0,27 ± 0,01	8,2 ± 0,17	0,35 ± 0,01	0,03 ± 0,01
Сложный компост	21,80 ± 1,01	0,67 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,35 ± 0,01	6,85 ± 0,10	0,45 ± 0,01	0,12 ± 0,01

Можно допустить, что из общего количества органических веществ внесенного в почву сложного компоста в среднем минерализуется 10–12 % и в состав почвенного гумуса верхнего слоя агроландшафта переходит до 88–90 %. С учетом различных свойств сложного компоста для предотвращения снижения в почве содержания гумуса и дальнейшего увеличения его запасов рассчитана оптимальная доза общей вносимой массы компоста, составляющая в среднем около 70 т/га. Содержание органического вещества в почве уже в первый год после внесения сложного компоста увеличивалось примерно на 12–15 %. За счет фосфогипса и дефеката в процессе компостирования сложный компост обогащается кальцием, серой, фосфором, кремнием, а также микроэлементами и полуторными окислами, необходимыми для роста и развития сельскохозяйственных культур. Содержание общего фосфора в сложном компосте на последней стадии его приготовления составило $0,35 \pm 0,01$, а в полуперепревшем навозе КРС всего $0,27 \pm 0,01$ %. Использование в сложном компосте фосфогипса с pH 4,5–5,0 способствует нейтрализации щелочной среды органических отходов (pH 8,0–8,2, до pH 6,8–7,0) [23, 25].

4. *Влияние компостирования отходов на численность микроорганизмов.* Компостирование ряда отходов всегда сопровождается активизацией микробиологических процессов, способствующих образованию новых круговоротов биогенов, активации дыхания сложного компоста и ускорению переработки полуперепревшего навоза КРС с 2 лет до 4–5 мес. Анализ численности микроорганизмов в полуперепревшем навозе КРС без добавок и при его компостировании с фосфогипсом и различными остатками растительного происхождения проводился каждые 30 дн, считая от 10-го дня завершения смешивания всех компонентов (таблица 3).

Таблица 3 – Средняя численность эколого-трофических групп микроорганизмов в разные сроки компостирования

Число дней	Вариант опыта	Микроорганизмы				Микромицеты, 10^3 КОЕ/г
		Аммонифицирующие, 10^6 КОЕ/г	Амилолитические, 10^6 КОЕ/г	Олиготрофные, 10^5 КОЕ/г	Нитрифицирующие, ТИТР	
10	НРК	32	14	33	10^4	3
	Полуперепревший навоз	28	12	31	10^3	3
	Сложный компост	22	9	18	10^2	4
40	НРК	33	15	35	10^4	5
	Полуперепревший навоз	28	18	37	10^4	6
	Сложный компост	27	25	27	10^3	7
70	НРК	40	27	32	10^4	6
	Полуперепревший навоз	38	29	38	10^4	6
	Сложный компост	33	32	39	10^5	8
100	НРК	41	30	42	10^5	6
	Полуперепревший навоз	42	32	44	10^6	6
	Сложный компост	48	45	53	10^6	8
130	НРК	50	30	48	10^5	5
	Полуперепревший навоз	54	48	51	10^6	6
	Сложный компост	63	52	55	10^6	6

По мере развития сложного компоста численность отдельных групп микроорганизмов постепенно нарастает, особенно аммонифицирующих и олиготрофных бактерий (созревание летом и в начале осени продолжается всего 3–4 мес).

Примерно к четвертому месяцу созревания сложного компоста число микроорганизмов начинает снижаться, поскольку поступление свежего органического материала заметно падает, а предыдущие запасы сокращаются. В полуперепревшем навозе в эти же сроки при снижении запасов органического вещества уменьшение численности микроорганизмов по сравнению со сложным компостом более выражено. Объединение в сложный компост отходов с различными свойствами приводит к значительным колебаниям видового состава и численности микроорганизмов (прежде всего бактерий, а также грибов, актиномицетов и одноклеточных водорослей). Среди организмов-редуцентов особое место в сложном компосте занимают грибы, которые отличаются самым экономным обменом веществ и использованием наибольшего количества углерода и азота из разлагаемых ими соединений для построения своего тела (свыше 60 % расщепленных ими веществ переходит в слоевища грибов) [24].

Живые организмы в сложных компостах, использующие в качестве источника энергии и пластического материала органический углерод, служат основными редуцторами органического вещества, а их биомасса является важным источником его накопления в почве. Живые организмы переводят сложные соединения в более простые, которые частично используются повторно, но в основном через химические и физические процессы и вместе с микробными метаболитами стабилизируют органический состав почвы. Коагуляция органических и минеральных коллоидов в таких системах сокращает их вымывание в грунтовые воды, снижает их потери через поверхностную эрозию (ветровую и водную) и препятствует физическому разрушению почвы.

Неограниченное накопление и складирование отходов, в состав которых входят патогенные и аллергенные микроорганизмы, являются одной из основных причин заболеваемости и снижения качества жизни населения. Опасны обычные патогены фекального происхождения (бактерии, вирусы, цисты и яйца кишечных паразитов), а также грибы и актиномицеты, играющие важную роль в разложении отходов органического происхождения.

Опасность открытого хранения органических отходов связана со значительным содержанием в них микроорганизмов-возбудителей инфекционных и аллергических заболеваний [19, 21].

В процессе компостирования органических отходов (навоз, осадки сточных вод и др.) с различными минеральными добавками (фосфогипс, отходы производства калийных удобрений и др.) вредные микроорганизмы погибают за счет колебания реакции среды и действия высоких температур (экзотермические реакции разложения), в результате чего компостируемый материал становится непригодной средой для обитания микроорганизмов-патогенов. Известны случаи эксперимента со спорами сибирской язвы, способными сохраняться в почве от 100 и более лет. При влажности 40–60 % и при аэробном разложении бактерии сибирской язвы в сложном компосте погибают уже через 17 дн. Иными словами, в процессе компостирования комплексных субстратов происходит обеззараживание органических отходов, обладающих опасными свойствами, с образованием комплексного соединения, пригодного для дальнейшего использования без риска для здоровья населения. Учитывая результаты исследований, нами предложены варианты сложных компостов из органических и минеральных отходов [23, 24].

Использование в сложном компосте фосфогипса способствует снижению количества паразитов до уровня санитарно-эпидемиологических требований и обеззараживанию органической составляющей (полуперепревшего навоза КРС). Кислая реакция водного раствора фосфогипса, наличие в нем серной, фосфорной и других кислот, а также его коллоидные свойства обусловили мацерацию верхних тканей яиц различных паразитов и их гибель за сравнительно короткий срок (таблица 4).

Таблица 4 – Санитарно-эпидемиологическая характеристика субстратов (среднее за 2006–2015 гг.) в разные сроки компостирования

Вариант опыта	Результаты	
	Паразит	Количество яиц, шт./кг
В момент закладки опыта		
Навоз КРС	<i>Ascaris suum</i>	125,6
	<i>Trichocephalus suis</i>	2,5
	<i>Strongyloides ransomi</i>	21,7
	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	510,2
Сложный компост	<i>Ascaris suum</i>	92,7
	<i>Trichocephalus suis</i>	1,2
	<i>Strongyloides ransomi</i>	21,7
	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	512,3
4-й мес компостирования		
Навоз КРС	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	н/о
	<i>Ascaris suum</i>	0,8
	<i>Strongyloides ransomi</i>	н/о
	<i>Trichocephalus suis</i>	н/о
Сложный компост	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	н/о
	<i>Ascaris suum</i>	0,06
	<i>Trichocephalus suis</i>	н/о
	<i>Strongyloides ransomi</i>	н/о
5-й мес компостирования		
Навоз КРС	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	н/о
	<i>Ascaris suum</i>	0,5
	<i>Strongyloides ransomi</i>	н/о
	<i>Trichocephalus suis</i>	н/о
Сложный компост	<i>Oesophogostomum dentatum</i>	н/о
	<i>Ascaris suum</i>	н/о
	<i>Trichocephalus suis</i>	н/о
	<i>Strongyloides ransomi</i>	н/о

Примечания: н/о – гельминты не обнаружены.

При закладке опыта в навозе были обнаружены следующие виды паразитов: *Ascaris suum*, *Oesophogostomum dentatum*, *Strongyloides ransomi*, *Trichocephalus suis*, представляющих класс *Nematoda*. На период исследования содержание яиц указанных паразитов по вариантам колебалось в пределах ошибки опыта. Через месяц в опыте отмечено снижение количества жизнеспособных яиц всех паразитов. Наиболее устойчивыми оказались *Ascaris suum* и *Oesophogostomum dentatum*. Еще через два месяца компостирования полуперепревшего навоза во всех вариантах содержание яиц паразитов резко сократилось и в опытном варианте остались живые яйца только *Ascaris suum* в количестве 4 шт./кг массы; к четвертому месяцу на контрольном варианте число яиц этого паразита составило меньше единицы на килограмм массы, а в опытном варианте – только 0,05 шт./кг массы верхнего слоя почвы. Через 5 мес компостирования в варианте со сложным компостом живых яиц этого гельминта не сохранилось [22, 24].

Добавление в сложный компост растительных отходов и свежей зеленой массы вовлекает в процесс разложения органического вещества микроорганизмы, которые при благоприятных условиях доводят его до равновесного состояния. Вместе с тем растительные остатки способствуют улучшению физических характеристик сложного компоста: его плотности, пористости и структуры, что в свою очередь повышает качество компостируемого материала. Первые 3 мес разложение растительных остатков протекало наиболее интенсивно, и к концу компостирования остатки используемых отходов минерализовались практически полностью. Исключение составили только древесные опилки и подсолнечная лузга с более прочными структурами за счет лигнина. Ускорение процесса разложения древесных опилок и подсолнечной лузги происходит при использовании их в измельченном виде. Отмечена хорошо агрегированная структура сформировавшегося сложного компоста, отличающегося высокой пористостью, мелкозернистостью, сыпучестью и устойчивой влажностью на уровне 15–20 % [14, 16].

Выводы

1. Сложный компост, включающий органические и минеральные отходы, снижает кислотность субстрата, активизирует микробиологические процессы, снижает интенсивность процессов аммонификации и нитрификации, регулирует трансформацию азота и его консервацию в почвенных агрегатах, способствует снижению его потерь в газообразном виде, а увеличение содержания кальция и серы благоприятствует формированию активного сообщества микроорганизмов в структуре сложного компоста.

2. Сложный компост усиливает реакционную основу компостируемого материала, обеспечивающую в течение 4–5 мес санитарно-эпидемиологическую защиту почвы от болезнетворных организмов, и обеспечивает требования санитарной безопасности развития растений.

3. Сложный компост используется в качестве мелиоранта почвенного покрова агроландшафтов, способствует обогащению их органическим веществом, кальцием, серой, микроэлементами, улучшению физики почвы, оказывает благоприятное воздействие на функционирование сообществ микроорганизмов и мезофауны, на развитие сельскохозяйственных культур и качество их продукции.

4. Сложный компост, в состав которого входят разные виды отходов сельского хозяйства и промышленности с различными свойствами, при их грамотном сочетании позволяет получать эффективное сложное удобрение, выступающее в качестве комплексного мелиоранта верхнего слоя почвы.

5. Научно обоснованное комбинирование полезных характеристик отходов в зависимости от экологического состояния почвенного покрова позволяет создавать разнообразные сложные компосты, внесение которых в почву существенно дополняет и улучшает ее физические, химические и биологические свойства, функционально усиливает экологические взаимосвязи в ней. Такой подход к восстановлению экологических функций почвы является серьезной альтернативой существующим в настоящее время агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

6. Использование различных отходов в качестве сырьевой основы сложных компостов позволяет решить экологические проблемы накопления и складирования отходов, сдерживания и приостановления деградационных процессов почвенного покрова и восстановления его экологических функций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д. А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография / Д. А. Антоненко, И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов и др. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 180 с.
2. Белюченко И. С. Использование фосфогипса для рекультивации загрязненных нефтью почв / И. С. Белюченко, Е. П. Добрыдннев, Е. П. Муравьев, О. А. Мельник и др. // Тр. КубГАУ. – 2008. – Т. 3 (12). – С. 72–77.
3. Белюченко И. С. Роль регионального мониторинга в управлении природно-хозяйственными системами края / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2010. – Т. 6. – № 4. – С. 3–16.
4. Белюченко И. С. Влияние осадков сточных вод на плодородие почвы, развитие озимой пшеницы и качество ее зерна / И. С. Белюченко, В. П. Бережная // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 34. – С. 148–150.
5. Белюченко И. С. Дисперсность отходов и их свойства [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 92. – С. 221–230. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/77.pdf>.
6. Белюченко И. С. Агрегатный состав сложных компостов [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 93. – С. 812–830. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/69.pdf>
7. Белюченко И. С. Биомониторинг состояния окружающей среды: учебное пособие. Под. ред. Белюченко И. С., Федоненко Е. В., Смагина А. В. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 153 с.
8. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на агрегатный состав и водно-воздушные свойства чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко // Почвоведение. – 2015. – № 7. – С. 858–864.
9. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 418 с.
10. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 262 с.
11. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 349 с.
12. Белюченко И. С. Экологические основы аграрных ландшафтов, их устойчивость и стратегия развития : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 404 с.
13. Белюченко И. С. Почвы агроландшафтов Кубани и перспективы их формирования : монография / И. С. Белюченко, О. А. Мельник. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 167 с.
14. Болотов А. Т. Избранные сочинения по агрономии, плодоводству, лесоводству, ботанике / А. Т. Болотов. – М. : Изд-во Московского общества испытателей природы, 1952. – 524 с.
15. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1965. – 375 с.
16. Вильямс В. Р. Почвоведение: Земледелие с основами почвоведения / В. Р. Вильямс. – Издание 5-е. – М. : ОГИЗ «Сельхозгиз», 1946. – 456 с.
17. Горбунов Н. И. Почвенные коллоиды / Н. И. Горбунов. – М. : Изд-во АН СССР, 1967. – 147 с.
18. Докучаев В. В. Русский чернозем : Отчет Вольному экономическому обществу / В. В. Докучаев. – СПб. : тип. Деклерона и Евдокимова, 1883. – [4], IV, IV, – 376 с.

19. Костычев П. А. Почвы черноземной области России: их происхождение, состав и свойства / П. А. Костычев. – М.; Л. : Сельхозгиз, 1937. – 239 с.
20. Belyuchenko I. S. As to the evolutionary relationships of different level systems in the biosphere / I. S. Belyuchenko // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2005. – Т. 1. – № 2. – С. 17–50.
21. Belyuchenko I. S. Wastes of different production and their properties'in / I. S. Belyuchenko // Ciencia e Tecnica Vitivinicola. – Printed in Portugal. – 2014. – Vol. 29. – № 9. – P. 37–50.
22. Belyuchenko I. S. Living organisms in household and production wastes as functional basis of compound compost formation / I. S. Belyuchenko // Ecology, Environment and Conservation Paper. – Suppl. Issue; 2015. – Vol. 21. – P 47–56.
23. Belyuchenko I. S. Cultivated Lands of Kuban and Features of Their Development / I. S. Belyuchenko // International journal of environmental & science education. – 2016. – V. 11. – №. 13. – P. 6255–6276.
24. Kurakov A. V. Microscopic fungi of soil, rhizosphere, and rhizoplane of cotton and tropical cereals introduced in southern Tajikistan / A. V. Kurakov, H. T. H. Than, I. S. Belyuchenko // Микробиология, 1994. – Т. 63. – № 6. – С. 1101.
25. Глазунова Н. Н. Гомеостатическая устойчивость агроценоза озимой пшеницы к комплексу факторов / Н. Н. Глазунова, И. С. Белюченко // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве : Матер. науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2004. – С. 47–54.

УДК 631.4

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МНОГОЛЕТНЕГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Бакина Людмила Георгиевна, доктор биологических наук, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, **Россия**, г. Санкт-Петербург, bakinalg@mail.ru

Чугунова Марина Валентиновна, кандидат биологических наук, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, **Россия**, г. Санкт-Петербург, bakinalg@mail.ru

Маячкина Наталья Викторовна, кандидат биологических наук, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, **Россия**, г. Санкт-Петербург, bakinalg@mail.ru

Герасимов Александр Олегович, кандидат биологических наук, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, **Россия**, г. Санкт-Петербург, bakinalg@mail.ru

Поляк Юлия Марковна, кандидат биологических наук, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, **Россия**, г. Санкт-Петербург, bakinalg@mail.ru

Проведена сравнительная оценка эффективности различных способов рекультивации нефтезагрязненной дерново-подзолистой почвы по результатам многолетнего полевого опыта. Выявлено, что в условиях Ленинградской области стимуляция аборигенной микрофлоры путем внесения минеральных удобрений и известки увеличивает биологическую активность и процессы минерализации нефти почти в два раза по сравнению с активностью процессов самоочищения. Биопрепараты, разработанные и рекомендованные для биоремедиации нефтезагрязненных почв, могут обладать принципиально различным (как положительным, так и отрицательным) действием на биодеструкцию нефти.

Ключевые слова: нефтезагрязненная почва, способы рекультивации, самоочищение, биопрепараты, токсичность, диагностические показатели.

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF THE OIL-CONTAMINATED SOD-PODZOLIC SOIL RECULTIVATION METHODS BASED ON THE RESULTS OF MULTI-YEAR FIELD EXPERIMENT

Bakina L. G., Chugunova M. V., Majachkina N. V., Gerasimov A. O., Polyak U. M.

The assessment of efficiency of the oil-contaminated sod-podzolic soil recultivation methods based on the results of multi-year field experiment was carried out. It was established that in the conditions of Leningrad Region the stimulation of a native microbiota by mineral fertilization and liming increased the soil biological activity and processes of oil mineralization almost twice in comparison with the activity of self-cleaning processes. The biologicals that were developed and recommended for the oil-contaminated soils' bioremediation can possess essentially different (as positive, as well as negative) impact on the oil biodegradation processes.

Keywords: oil-contaminated soil, recultivation methods, self-cleaning processes, biologicals, toxicity, diagnostic criteria

Загрязнение почв нефтью является одним из основных процессов, выводящим из строя многие гектары земель самого разного назначения – лесных, сельскохозяйственных и других. При нефтяном загрязнении существенным образом нарушается функционирование почв, обеспечивающее устойчивость и экологическую безопасность экосистемы в целом [6]. Поэтому вопросы очистки и восстановления нефтезагрязненных почв являются чрезвычайно актуальными.

Известно, что разложение нефти и нефтепродуктов в почве в естественных условиях является биохимическим процессом [2, 4]. Интенсивность деградации углеводов нефти находится в прямой зависимости от биологической активности почв, под которой подразумевается совокупность протекающих в них микробиологических процессов [1, 6]. В настоящее время существует целый ряд технологий рекультивации нефтезагрязненных почв, основанных на способности почвенной микрофлоры окислять нефтяные углеводороды [1, 3, 8]. В их основе лежат два подхода к интенсификации микробиологического разрушения углеводов в природных экосистемах: стимуляция естественной микрофлоры путем внесения азотно-фосфорных удобрений и интродукция в загрязненную среду чистых или смешанных культур активных углеводородокисляющих микроорганизмов (т. н. микробные биопрепараты) совместно с внесением удобрений.

Оба подхода активно используются во многих странах мира. Однако второй из них – использование биопрепаратов – вызывает у ряда исследователей сомнения в своей целесообразности. Например, некоторые немецкие ученые вовсе отвергают интродукцию микробной биомассы в целях борьбы с нефтяным загрязнением, считая, что этим нарушается экологическая обстановка в почве [7]. Другие авторы полагают неоправданно высокой стоимость этой технологии, поэтому предлагают использовать ее только при локальном загрязнении [2]. По-видимому, самой проблемной стороной этого метода является вопрос, насколько безболезненным для очищаемой экосистемы в дальнейшем является внесение хотя и почвенных микроорганизмов, но в высоких концентрациях, и каковы возможные отрицательные последствия такой интродукции.

В связи с этим целью нашей работы была сравнительная оценка эффективности очистки нефтезагрязненной дерново-подзолистой почвы различными методами по комплексу химических и биологических показателей в условиях длительного полевого эксперимента.

Объект исследования – дерново-подзолистая суглинистая почва многолетнего полевого опыта. Опыт заложен на территории опытного поля СПбГАУ (г. Пушкин). Уровень нефтяного загрязнения – 10 л/м². В опыте были изучены варианты самоочищения (без обработки) и с использованием различных мероприятий биологической рекультивации – внесения минеральных удобрений (NPK) и извести, а также пяти биопрепаратов-нефтедеструкторов разных производителей. Внесение препаратов осуществлялось на фоне минеральных удобрений и извести, как это предписано в авторских рекомендациях по их

применению. Площадь опытных делянок 0,5 м² (0,75 × 0,75 м), повторность опыта 4-кратная. Продолжительность опыта к настоящему времени 10 лет. В первые два года на опытном участке проводили посев смеси многолетних трав и клевера, в последующие годы происходило самозаращение. Образцы отбирали осенью после учета биомассы трав.

В отобранных образцах по развернутой комплексной программе определяли ряд показателей, которые были условно подразделены на 1) основные, к которым были отнесены уровень нефтяного загрязнения, оцениваемый по содержанию нефтепродуктов, а также величина надземной биомассы трав; 2) вспомогательные (агрохимические показатели, характеризующие кислотно-основные свойства почвы и содержание подвижных форм питательных элементов азота, фосфора и калия), а также 3) диагностические, в которые были включены показатели функциональной активности почвенного микробиоценоза (актуальное дыхание и средорегулирующую активность), а также токсикологические показатели – фитотоксичность и токсичность для гидробионтов (дафнии, зеленые водоросли).

Обобщение результатов многолетнего полевого опыта выявило, что стимуляция аборигенной микрофлоры путем внесения минеральных удобрений и извести увеличивает биологическую активность и процессы «сработки» нефти почти в два раза по сравнению с активностью процессов самоочищения. В то же время биопрепараты, разработанные и рекомендованные для биоремедиации нефтезагрязненных почв, могут обладать принципиально различным действием на процессы минерализации органического вещества: активизировать и ускорять процессы биодеструкции, не оказывая значимого влияния или тормозить процессы «сработки» нефти. При этом положительное (или отрицательное) действие биопрепаратов наблюдается в течение первых двух, а по отдельным показателям – трех лет. На четвертый год влияния препаратов не выявлено. Количество выделяющейся почвой углекислоты является надежным показателем процессов биоразложения нефти и может быть предложено в качестве диагностического показателя для оценки эффективности способов биоремедиации нефтезагрязненных почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гузев В. С. Роль почвенной микробиоты в рекультивации нефтезагрязненных почв / В. С. Гузев, Левин С. В., Селецкий Г. И. // Микроорганизмы и охрана почв. – М. : Изд. МГУ, 1989. – С. 129–150.
2. Коронелли Т. В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде / Т. В. Коронелли // Прикладная биохимия и микробиология. – 1996. – Т. 32. – № 6. – С. 579–585.
3. Логинова О. О. Использование штаммов *Acinetobacter* для биоремедиации нефтезагрязненных почв на территории Воронежской области / О. О. Логинова, Т. Т. Данг, Е. В. Белоусова, М. Ю. Грабович // Вестник ВГУ. Сер. : химия, биология, фармация. – 2011. – № 2. – С. 127–133.
4. Марфенина О. Е. Воздействие загрязнения нефтью на почвенную биоту / О. Е. Марфенина // Микробиологические аспекты охраны почв. – М. : Изд. МГУ, 1991. – С. 41–48.
5. Маячкина Н. В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки / Н. В. Маячкина, М. В. Чугунова // Вестник Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского. Серия : Биология. – 2009. – № 1.
6. Чугунова М. В. Особенности биодegradации нефти в почвах Северо-Запада России / М. В. Чугунова, Н. В. Маячкина, Л. Г. Бакина, Л. П. Капелькина // Вестник Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского. – 2011. – № 5–1. – С. 110–117.
7. Staff C. P. Mutant bacteria decontaminates spilled crude oil site / C. P. Staff // Chem. Proc. (USA). – 1982. – Vol. 45. – N 14. – P. 96.
8. Polyak Y. M. Effect of remediation strategies on biological activity of oil-contaminated soil – A field study / Y. M. Polyak, L. G. Bakina, M. V. Chugunova, N. V. Mayachkina, A. O. Gerasimov, V. M. Bure // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2018. – V. 126. – P. 57–68.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГРУНТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Сафаров Альберт Хамитович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», *Россия, Республика Башкирия, г. Уфа*

Ягафарова Гузель Габдулловна, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», *Россия, Республика Башкирия, г. Уфа*

Акчурина Лилия Рамилевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», *Россия, Республика Башкирия, г. Уфа*

Валиахметова Юлия Альбертовна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», *Россия, Республика Башкирия, г. Уфа*

Минимухаметов Динар Хуснулович, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», *Россия, Республика Башкирия, г. Уфа*

Статья посвящена актуальной проблеме – разработке способа очистки и восстановления нефтесоленых грунтов. Способ включает предварительную промывку грунта пресной водой, последующее внесение гипса и биосорбента с иммобилизованными аборигенными нефтеокисляющими галофильными микроорганизмами, а также высадку солеустойчивых культур растений на завершающем этапе.

Ключевые слова: нефтесоленый грунт, биосорбент, аборигенные нефтеокисляющие микроорганизмы, солеустойчивые культуры растений.

PERSPECTIVE DIRECTIONS OF RECULTIVATION OF SOILS POLLUTED WITH OIL-FIELD WASTEWATER

**Safarov A. H., Yagafarova G. G., Akchurina L. R.,
Valiahmetova U. A., Minimyhametova D. H.**

The article is devoted to an urgent problem—the development of a method of purification and restoration of oil-saline soils. The method includes pre-washing the soil with fresh water, subsequent application of gypsum and bio sorbent with immobilized indigenous oil-oxidizing halophilic microorganisms, as well as planting salt-resistant plant cultures at the final stage.

Keywords: oil-saline soil, biosorbent, native oil-oxidizing microorganisms, salt-resistant plant cultures

Загрязнение окружающей среды различными экотоксикантами остается одной из глобальных экологических проблем. Особенно остро данная проблема стоит в нефтяной отрасли. Токсичные соединения, присутствующие в нефтепромысловых сточных водах, оказывают отрицательное воздействие на окружающую природную среду, приводя к отчуждению и выводу из оборота значительных территорий [1]. На основе проведенных ранее исследований установлено, что высокой эффективности при очистке нефтесоленых грунтов можно достичь, используя комбинированные методы, включающие: физико-химические и биологические процессы. На заключительной стадии для полного восстановления загрязненной почвы наиболее целесообразно проведение фиторекультивации [4].

Целью работы являлась разработка способа очистки и восстановления нефтесоленых грунтов, включающего предварительную промывку грунта водой, последующее внесение гипса и биосорбента, а также высадку солеустойчивых культур растений на завершающем этапе. Изучение процесса очистки нефтесоленых грунтов осуществляли на реальном загрязненном участке после аварийного разлива. Промывку нефтесоленого грунта производили пресной водой по специальной схеме. Схема включала прокладку на загрязненной территории траншей глубиной 25–30 см, их гидроизоляцию и монтаж дренажной системы из перфорированных труб для отвода лишней воды. Расход промывной воды составлял ориентировочно 20–25 л/м². С целью уменьшения высокого содержания активных

ионов Na^+ , а также восстановления оптимального уровня рН производили обработку загрязненного грунта гипсом, из расчета 0,5–1 т/га.

Биосорбент представлял собой сорбент-носитель с иммобилизованной на его поверхности аборигенной галофильной нефтеокисляющей микрофлорой. В качестве сорбента-носителя применяли мелкую древесную стружку и торф. Активацию и наработку суспензии аборигенных микроорганизмов осуществляли в ферментере путем внесения образцов нефтесоленого грунта в специально подобранную жидкую питательную среду. Внесение биосорбента производили равномерно из расчета 20–25 г/м².

На завершающем этапе очистки проводили фиторекультивацию путем высева смеси галофильных растений из семейства бобовых и амарантовых.

Эффективность процесса рекультивации оценивали каждые 30 сут по уменьшению концентрации нефтепродуктов и ионов Cl^- в почве, а также по изменению численности почвенных микроорганизмов. Определение содержания нефтепродуктов и Cl^- ионов в почве определяли по стандартным методикам [2, 3]. Визуальную оценку проводили по изменению плотности растительного покрова. Контролем служил загрязненный участок, на котором рекультивация не проводилась.

На основании полученных результатов было установлено, что предварительная промывка загрязненного грунта с последующей совместной обработкой гипсом, биосорбентом с иммобилизованными аборигенными нефтеокисляющими галофильными микроорганизмами, а также посевом растений-галофитов позволяет за 120 сут сократить исходную концентрацию токсичных поллютантов более чем в два раза.

Таким образом, проведение очистки нефтесоленых грунтов по данной технологии позволяет сократить содержание поллютантов на загрязненном участке до экологически безопасного уровня за один вегетационный период. Разработанный способ рекомендуется к внедрению на предприятиях нефтегазового комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Патент РФ № 2459398 Способ рекультивации почв, загрязненных минерализованными водами / Г. Г. Ягафарова, Л. Р. Акчурина, Ю. А. Федорова и др. – заявл. 11.03.2010; опубл. 27.08.2012 г. бюл. № 24
2. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98
3. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.28-02
4. Ягафарова Г. Г. Рекультивация почв, загрязненных высокоминерализованными нефтепромысловыми сточными водами / Г. Г. Ягафарова, Ю. А. Федорова, Л. Р. Акчурина, А. Х. Сафаров, И. Р. Ягафаров // Нефтегазовое дело. – 2012. – Т. 10. – № 2. – С. 137–139.

УДК 631.6:577.4

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ МЕЛИОРИРУЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Желязко Владимир Иосифович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, УВО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Республика Беларусь, г. Горки Могилевской области, zhaliazka@mail.ru

Рассмотрен технологический регламент функционирования мелиоративной системы при различных уровнях загрязнения почвы соединениями тяжелых металлов. Результаты исследований дают возможность сделать вывод о том, что рекультивация техногенно загрязненных земель является достаточно трудоемкой и требует значительных материальных затрат. Объем этих затрат пропорционален уровню загрязнения почвы. Наиболее трудоемким является восстановление нарушенного плодородия при критическом уровне загрязнения.

Ключевые слова: экосистема, тяжелые металлы, уровни загрязнения почвы, гидромелиоративная система, орошение, жидкая органика.

RECOLTIVATION OF TECHNOGALLY POLLUTED LANDS OF MELIORABLE AGROLANDS CHARTERS

Zhelyazko V. I.

The technological regulation of the functioning of the ameliorative system at different levels of soil contamination with heavy metals is considered. The research results make it possible to conclude that the recultivation of technologically polluted land is quite laborious and requires significant material costs. The volume of these costs is proportional to the level of soil contamination. The most laborious is the restoration of impaired fertility at a critical level of pollution.

Keywords: ecosystem, heavy metals, levels of soil contamination, hydro-reclamation system, irrigation, liquid organics.

Многочисленными исследованиями в различных регионах установлено, что высокие техногенные нагрузки на агроландшафты способствуют загрязнению воздуха, воды и почвы, приводят к снижению продуктивности агроценозов. Это проявляется, в первую очередь, в падении урожайности и ухудшении качества продукции. Поэтому при разработке экологического нормирования с позиции интересов агропромышленного комплекса целесообразно рассмотреть функционирование экологической системы на нормальном, допустимом и критическом уровнях качества [1].

Для нормального уровня (Н) характерно то, что содержание экотоксикантов не превышает фоновых концентраций. При этом для получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур при хорошем его качестве необходимо разрабатывать научно обоснованные системы удобрений, направленные на повышение плодородия освоенных земель. Для повышения содержания гумуса или хотя бы для снижения отрицательного баланса органического вещества необходимо применять местные удобрения (навоз, солому, компосты, сидераты и др.). При этом проводить эти мероприятия следует в системе адаптированных севооборотов, а также предусматривать регулирование водного режима почв посредством гидромелиораций, так как подвижность тяжелых металлов возрастает в почвах с избыточным увлажнением. Это способствует усилению миграционной способности в системе почва–растения и их накоплению в растениеводческой продукции. По мнению автора работы [2] рост концентрации ТМ в растениях с увеличением степени гидроморфизма почв объясняется возрастанием кислотности, ухудшением иных их свойств. Это в конечном итоге приводит к снижению продуктивности растений, влияет на процессы поглощения ими токсикантов.

При допустимом уровне (Д) функционирования экосистемы проявляется токсическое действие микроэлементов и тяжелых металлов. Признаками этого являются снижение урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшение качества продукции. Уровень загрязнения почвы приближается к критической отметке, а содержание экотоксикантов в растениях достигает предельно допустимых концентраций. В этой ситуации, прежде всего, следует выявить источники загрязнения и разработать систему мер по восстановлению нарушенного плодородия почв. Основные мероприятия по снижению или предотвращению загрязнения должны опираться, прежде всего, на совершенствование технологии производства, создание замкнутых технологических систем. При возделывании культур на агроландшафтах с допустимым уровнем загрязнения необходимо организовать контроль над содержанием ТМ в продукции.

Так как наибольшую опасность представляют подвижные формы ТМ, то необходимо применение приемов, способных переводить их растворимые формы в трудно растворимые и недоступные для растений. При этом могут применяться различные приемы, адаптированные как к конкретным элементам-загрязнителям, так и почвенным условиям. Так, например, в нейтральной среде медь и никель становятся практически безвредными. При снижении кислотности почвенного раствора снижается растворимость и подвижность кадмия и свинца, уменьшается потребление их растениями. То же относится к цинку и мышьяку [5,6].

Орошение стоками свиноводческих комплексов способствует снижению кислотности почвы. По нашим наблюдениям, на оросительной системе РСУП СГЦ «Заднепровский» реакция почвенного раствора рН за период эксплуатации повысилась с 4,2...4,5 до 5,3...6,5. В этом плане полив стоками свиноводческого комплекса сыграл положительную роль и вполне может быть рекомендован в качестве профилактического мероприятия по снижению накопления тяжелых металлов в растениеводческой продукции и в целом отрицательного антропогенного воздействия на агроландшафт.

Однако при организации удобрительного орошения стоками следует иметь в виду, что орошаемая площадь должна быть тщательно спланирована для предотвращения аккумуляции поливной жидкости в микропонижениях, дабы исключить переувлажнение почвы. Поливы многолетних трав должны проводиться нормами, рекомендованными для допустимого уровня загрязнения почвы ТМ. Как правило, эти нормы на 17...25 %% ниже по сравнению с нормами для допустимого уровня загрязнения почвы.

Важное значение для снижения подвижности ТМ имеют органические удобрения [3]. Взаимодействие солей тяжелых металлов с органическим веществом почвы идет по пути образования солей гумусовых кислот и вовлечения металлов в комплексные соединения, малодоступные для растений. АгронOMICеские мероприятия, проводимые на загрязненных землях, должны повышать содержание гумуса. Поэтому внесение навоза, компостов на основе твердой фракции стоков имеет принципиально важное значение. Для этой цели может быть рекомендована технология приготовления компоста, опубликованная в нашей работе [4].

При приготовлении компоста рекомендуется такая технология. Размеры буртов: основание 8...12x20...30 м, высота 2...3 м. При формировании буртов компоненты тщательно перемешивают. Бурт должен быть рыхлым для обеспечения аэробного биотермического процесса, при котором подавляется всхожесть семян сорной растительности, происходит дегельминтизация навоза и стоков, а также гибель в них основной массы болезнетворных микроорганизмов. Компостирование необходимо начинать в теплое время года. Желательно, чтобы в этот период прошла термофильная стадия разложения органического вещества (с разогревом компостной массы до температуры 55...60 °С). Вторая, мезофильная стадия (с температурой 30...35 °С) может проходить и зимой. Но в этом случае для предотвращения промерзания и прекращения процесса созревания компостные бурты зимой необходимо укрывать теплоизолирующим 50-сантиметровым слоем соломы, земли, торфа или опилок.

Следует отметить, что компоненты бурта являются хорошим субстратом для жизнедеятельности калифорнийского червя. Поэтому при реализации способа имеется возможность получения биогумуса – ценного органического удобрения с высокими экологическими характеристиками.

После формирования буртов площадь можно использовать повторно. При этом, при необходимости, производят подсыпку пахотного слоя почвы – желательно торфокрошкой. Хороший эффект был получен в наших опытах при внесении соломы на фоне орошения стоками свиноводческого комплекса.

Производственный опыт был заложен на площади 90 га. Дозы внесения соломы колебались от 2 до 8 т/га. В ходе опыта было установлено, что внесение соломы способствовало снижению подвижности изучаемых тяжелых металлов, причем степень подвижности зависела от дозы внесенной соломы, а наибольшая эффективность имела место на третий год после внесения.

Одним из приемов, обеспечивающим получение экологически безопасной продукции на загрязненных землях, является применение биологических приемов. На допустимом уровне функционирования экосистемы следует выращивать толерантные сорта и культуры. При этом необходимо учитывать, что в основном наиболее загрязнены корни, затем листья, стебли, а потом семена. Загрязненные участки следует использовать только для выращивания семян, возделывать технические, а также культуры, идущие в переработку.

При критическом уровне функционирования агроландшафта урожай резко снижается вплоть до полной гибели. Содержание тяжелых металлов на этом уровне превышает предельно допустимые концентрации. С позиций экологической безопасности правомочно ставить вопрос о сельскохозяйственном использовании таких земель без радикально проведенной рекультивации.

Наиболее кардинальный способ ликвидации последствий загрязнения – удаление металлов из корнеобитаемого слоя почвы. При этом возможны две основные технологии: механическое удаление загрязненного слоя почвы и перемещение загрязненного слоя в почвенные горизонты, подстилающие корнеобитаемый слой. Последний прием применяется наиболее часто и осуществляется путем глубокой вспашки плантажными плугами. Наряду с этими приемами рекомендуется проводить комплекс мероприятий по ограничению подвижности экотоксикантов. Об этом уже шла речь выше. Поливы выращиваемых культур должны проводиться нормами, установленными для критического уровня загрязнения.

Рассмотренный технологический регламент функционирования мелиоративной системы при различных уровнях загрязнения почвы соединениями тяжелых металлов дает возможность сделать вывод о том, что рекультивация техногенно загрязненных земель является достаточно трудоемкой и требует значительных материальных затрат. Объем этих затрат пропорционален уровню загрязнения почвы. Наиболее трудоемким является восстановление нарушенного плодородия при критическом уровне загрязнения. Однако такие земли, как правило, расположены локально в непосредственной близости от источников загрязнения и пока занимают незначительные площади. Поэтому на современном этапе основное направление рекультивации земель должно осуществляться по профилактическому принципу. В связи с этим в системе профилактических мероприятий должное место должно быть отведено жидкой органике, которая образуется на крупных животноводческих комплексах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головатый С. Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С. Е. Головатый – Минск : РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2002. – 239 с.
2. Биогеохимическая оценка современного состояния агроэкосистем Беларуси / С. Е. Головатый, Н. Д. Волкова, С. В. Савченко, П. Ф. Жигарев // Природные ресурсы. – 2002. – № 1. – С. 88–95.
3. Желязко В. И. Повышение экологической безопасности мелиоративных систем с использованием сточных вод / В. И. Желязко, В. В. Копытовский // Акватерра : Материалы VII Междунар. специализир. выставки и науч.-практ. конф. 15–17 июля 2004 г., Санкт-Петербург., 2004. – С. 63–65.
4. Желязко В. И. Приготовление органических удобрений из жидкого навоза / В. И. Желязко, Н. Н. Михальченко, В. В. Копытовский // Дождевые черви и плодородие почв : Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. 17–19 марта 2004 г., Владимир, 2004. – С. 78–80.
5. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.
6. Черных Н. А. О качестве растениеводческой продукции при разных уровнях загрязненности почв тяжелыми металлами / Н. А. Черных, И. Н. Черных // Агрохимия. – 1995. – № 5. – С. 97–101.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Гаджиева Севиндж Рафик кызы – доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой экологической химии Бакинского государственного университета, *Азербайджан, Баку, s.hajiyeva-bsu@mail.ru*

Алиева Тарана Ибрагим кызы – кандидат химических наук, доцент, Бакинский государственный университет, *Азербайджан, Баку, tarana_chem@mail.ru*

Основным источником загрязнения на Апшероне является нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность. В той или иной степени загрязнены нефтью, нефтепродуктами, буровыми шламами и отходами переработки нефти 15–20 тыс. га земель, т.е. 7–10 % всей этой территории. Из нефтезагрязненных ландшафтов очень сильно нуждаются в рекультивации 7886 га, из которых 1006 га – озера и 6880 га – почвы. Для ликвидации последствий загрязнения почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами, оздоровления ландшафта и восстановления плодородия почв важнейшими являются мероприятия по рекультивации нефтезагрязненных земель.

Ключевые слова: техногенное воздействие, нефть и нефтепродукты, радиоактивные отходы, токсическое воздействие, замазученные и битумизированные земли, оздоровление ландшафта.

RECUITIVATION OF OIL POLLUTED SOILS IN THE ABSHERON PENINSULA IN THE ENVIRONMENT

Hajiyeva Sevinj Rafik – doctor of chemical sciences, professor, head of the department of environmental chemistry at Baku State University, Azerbaijan, Baku, *s.hajiyeva-bsu@mail.ru*

Aliyeva Tarana Ibrahim – Ph.D. (Chemistry), associate professor, Baku State University, Azerbaijan, Baku, *tarana_chem@mail.ru*

The main source of pollution in Absheron is the oil producing and refining industries. 15–20 thousand hectares of land, i.e. 7–10% of its entire territory, are polluted to a varying degree by oil, oil products, drilling sludge and waste oil. Of the oil-polluted landscapes, 7,886 ha are very much in need of reclamation, of which 1,006 ha are lakes and 6,880 ha are land. For the elimination of the consequences of soil pollution with oil products and heavy metals, the improvement of the landscape and the restoration of soil fertility, the most important are measures for the remediation of oil-contaminated land.

Keywords: technogenic impact, oil and oil products, radioactive waste, toxic effects, oil-contaminated and bituminized lands, landscape improvement.

Апшеронский полуостров является одним из старейших промышленных регионов мира, через который проходят крупные транспортные коридоры, соединяющие Европу с Азией, а его береговая полоса имеет исторически сложившуюся курортно-оздоровительную направленность. Поэтому защита здоровья населения и охрана окружающей среды в этом регионе приобретают первостепенное значение.

Согласно классификации Министерства экологии Азербайджана, приведенной в «Государственном докладе о состоянии природной среды и природоохранной деятельности в Азербайджанской Республике» (2000), Апшеронский полуостров является проблемным ареалом с критической остротой комплекса геоэкологических проблем. Основной причиной сложившейся ситуации является сосредоточение на его небольшой территории более 80 % объектов нефтехимической промышленности, металлургии, машиностроения. В основном экологические проблемы Апшеронского полуострова связаны с хозяйственной деятельностью человека. Это и нерациональное использование природных ресурсов, и переработка сырья отсталой технологией, и многочисленные свалки отходов и многое другое. Есть также и другие факторы, влияющие на общую экологическую ситуацию Апшеронского полуострова, например климатические.

Но все же главным источником экологических проблем Апшерона является техногенное воздействие. Основным источником загрязнения на Апшероне является нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность, так как нефтяные месторождения сконцентрированы в основном на Апшеронском полуострове и прилегающей шельфовой части

Каспия. Разрабатываться они уже в течение более 150 лет. В настоящее время здесь разрабатываются 37 месторождений на суше и 17 – на шельфе. На Апшеронском полуострове имеется свыше 15–20 тыс. га земель, т. е. 7–10 % всей его территории, в той или иной степени загрязненных нефтью, нефтепродуктами, буровыми шламами и отходами переработки нефти. Из нефтезагрязненных ландшафтов очень сильно нуждаются в рекультивации 7 886 га, из которых 1 006 га – озера и 6 880 га – почвы. Общее содержание нефтепродуктов в почвах Абшерона составляет 9,3 млн т. Кроме того, нефтяные предприятия служат главными источниками радиоактивных отходов на Апшероне. На Апшероне установлено 7 токсичных полигонов, где суммарное содержание элементов-загрязнителей превышает фоновые значения от 3–20 до 150–300 раз, местами в 600–800 раз. Источниками загрязнения почв на территории Баку являются промышленные предприятия, свалки токсичных и твердых бытовых отходов, автотранспорт и т. д. [1].

До сих пор на Апшероне существует проблема сточных вод. Более 50 % территории города Баку и других населенных пунктов Апшерона не обеспечено канализационной сетью, поэтому сточные воды сливаются в водоемы.

В целях ликвидации последствий загрязнения почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами, оздоровления ландшафта и восстановления плодородия земель для их дальнейшего продуктивного использования важнейшими являются мероприятия по рекультивации нефтезагрязненных земель. Защита почв Баку и Апшерона от техногенных загрязнений базируется также на совершенствовании производства, создании замкнутых технологических систем, организации безотходных производств. При восстановлении нефтезагрязненных территорий сначала нужно определить назначение использования этих земель.

После завершения нефтедобычи *замазученные* земли можно использовать для размещения объектов несельскохозяйственного назначения. Для этого вначале необходимо полностью удалить пропитанный мазутом слой и перенести его на незагрязненные территории, причем содержание нефтяных веществ не должно превышать 10 % от общей массы чистой почвы. Затем взамен удаленного слоя доставить специальной техникой чистую почву с таким расчетом, чтобы на той и другой территориях наблюдалось равномерное распределение мазута и чистой почвы. И только после этого следует проводить агротехнические, мелиоративные и культурно-технические мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахшиева Ч. Т. Степень загрязнения, токсичность нефтезагрязненных земель Апшеронского полуострова и прогноз возможности их рекультивации : Автореф. дис канд. с.-х. наук / Ч. Т. Бахшиева. – Баку, 1996. – 20 с.
2. Исмаилов Н. М. Ремедиация нефтезагрязненных почвогрунтов и буровых шламов / Н. М. Исмаилов. – Баку : Элм, 2006. – 142с.
3. Мамедов Г. Ш. Нарушенные и загрязненные почвы Абшеронского полуострова и пути их восстановления / Г. Ш. Мамедов, А. М. Гулиев // Известия аграрной науки, 2009. – № 4. – С.57–59
4. Ягубов Г. Ш. Исследование, генетические особенности и пути рекультивации техногенно-нарушенных почв Азербайджанской Республики / Г. Ш. Ягубов. – Баку, 2003. – 203 с.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ

Иванова Любовь Андреевна, доктор биологических наук, доцент, ФГБУН Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского научного центра Российской Академии Наук, *Россия*, г. Апатиты, Мурманская область. *ivanova_la@inbox.ru*

Приведены результаты применения нового экспресс-способа формирования высококачественного растительного покрова на нефтезагрязненных территориях в условиях Крайнего Севера. В его основе комплексное использование устойчивого к нефтезагрязнению видового состава растений, местного почвозаменителя и биопрепарата-деструктора углеводородов Микрозим (tm) «ПЕТРО ТРИТ».

Ключевые слова: ремедиация, нефтезагрязненные территории, Крайний Север, рост растений, проективное покрытие, всхожесть семян, биомасса, биопрепарат-деструктор.

INNOVATIVE APPROACH TO REMEDIATION OF OIL-POLLUTED TERRITORIES IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Ivanova L. A.

The results of the application of the new express method for the formation of high-quality plant cover in oil-contaminated areas in the Far North are given. It is based on the complex using of an oil-resistant plant species, artificial substitute and a biological product-destroyer of hydrocarbons Mikrozim (tm) "PETRO TRIT".

Keywords: remediation, oil-contaminated areas, the Far North, plant growth, vegetation cover, seed germination, biomass, bioproduct-destroyer.

Мурманская область является одной из областей с развивающейся транспортной инфраструктурой нефти и нефтепродуктов. За последние 6 лет в регионе в несколько раз возросли объемы транспортировки, перевалки и хранения нефти и нефтепродуктов. Одновременно с ростом объемов перевозимых нефтеналивных грузов морским, железнодорожным и автотранспортом участились вероятности возникновения аварийных и нештатных ситуаций, приводящих к чрезвычайным. Это обостряет проблемы по обеспечению экологической безопасности региона, показывает необходимость поиска наиболее эффективного и безопасного для окружающей среды технологического подхода к восстановлению загрязненных территорий [3].

Одним из основных способов очищения почв от загрязнения нефтью и нефтепродуктами является биоремедиация, т. е. очищение почв от нефтяного загрязнения путем внесения активных штаммов микроорганизмов-деструкторов нефти, интенсивно потребляющих углеводородные компоненты. Интенсификация процессов биоремедиации может быть достигнута путем выращивания устойчивых к нефтезагрязнению видов растений [2].

Начиная с 2009 г. сотрудниками ФГБУН ПАБСИ КНЦ РАН была проведена серия поисковых исследований по фиторекультивации участков, загрязненных разными видами нефтепродуктов (НП). Был предложен и апробирован новый подход к формированию растительного покрова на техногенно-нарушенных территориях на основе использования ранее разработанных инновационных запатентованных экспресс-способов создания растительного покрова: методом настила ковровой травяной дернины – Технология 1 [1] и методом прямого посева семян злаковых растений в слой вермикулита, нанесенного на рекультивируемый участок – Технология 2 [4].

Цель исследований: выявить возможность использования инновационных способов ускоренного формирования растительных сообществ на участках, загрязненных нефтепродуктами.

Исследования проводились в полевых условиях на специализированном испытательном полигоне ООО «ЭкоЦентр», расположенном в п. Дровяное близ г. Мурманска. Он представляет собой экспериментальную площадку, которая разделена на 87 гидроизолированных ячеек-коробов площадью 1 м² и высотой 0.5 м, заполненных тундровой иллювиально-гумусовой оподзоленной почвой, загрязненной разными видами нефтепродуктов.

В задачу *Опыта 1* входило создание растительного покрова на участках, загрязненных нефтешламовым субстратом, состоящим из 2/3 нефтешлама и 1/3 песка (содержание НП~16% – критический уровень загрязнения), используя Технологию 1, и оценка состояния и качества сформированных растительных сообществ. С этой целью было выращено 4 м² ковровой дернины, образованной 5 видами травянистых злаковых растений, % по массе: тимофеевка луговая – 25, кострец безостый – 25, овсяница красная – 20, райграс пастбищный – 20, мятлик луговой – 10. Перед тем как приступить к настилу дернины, была предпринята попытка выровнять поверхность субстрата, которая не дала результатов в связи с неоднородностью и высокой плотностью субстрата. Поэтому дернину стелили поверх субстрата, плотно прижимая ее к поверхности.

Наблюдения показали, что, несмотря на неблагоприятные погодные условия (низкая средняя температура воздуха), прирастание постеленных травяно-дерновых ковров к поверхности техногенного субстрата произошло в течение 7 дн, но фрагментарно – исключительно в местах соприкосновения с его поверхностью. Там, где дернина оказалась "зависшей" над воздушными пространствами между комками нефтешлама, травостой пожелтел, частично погиб. Восстановление зеленого цвета у пожелтевших растений отмечено только спустя 7–10 дн. Наиболее плотные и качественные участки растительности сформировались по периметру ячеек, на более выровненных участках нефтешламового субстрата и там, где отмечено сосредоточение наибольшего количества песка. Вследствие этого проективное покрытие сформированного фитоценоза через 1 нед после начала эксперимента составило 30–40 %, через 2 нед – более 60 %. За первые 1,5 месяца эксперимента корни растений проникли в субстрат на глубину 12,3 ± 0,3 см, травостой имел высоту 13,7 ± 0,2 см. По окончании первого вегетационного периода растения зелеными ушли под снег.

Наблюдения второго года исследований выявили высокий (90 %) выпад растений. Внешне сформированный фитоценоз в этот период представлял собой вермикулитово-дернинное "покрывало", на котором произрастало небольшое (до 20 шт. в одной повторности) количество растений. Среди них лидировала овсяница красная. Средняя высота отдельных ее особей достигала 22,7 ± 0,4, длина корней – 5,5 ± 0,2 см. Корни растений в основном выстилались вдоль отдельных фрагментов (комков) нефтешламового субстрата, проникая в него не более чем на 1,5–2,0 см, и, лишь в отдельных (единичных) случаях – на глубину до 5,0 см. К концу вегетационного периода появилось обилие водорослей, густых куртин из всходов неизвестных аборигенных видов растений, семена которых, вероятно, были занесены ветром с соседних участков на дернину и проросли в ней, а также нескольких молодых растений мать-и-мачехи. В результате, за счет появления растений второго поколения проективное покрытие сформировавшегося растительного покрова увеличилось до 20 %, густота травостоя в куртинах – до 886 шт./дм², а высота – до 10,6 см.

Таким образом, несмотря на то, что созданный растительный покров в течение первого зимнего периода практически полностью погиб, использованная в эксперименте дернина в экстремальных условиях загрязнения нефтешламом продолжала служить основой для поселения и развития на ней заносных видов сорных растений, т. е. способствовало постепенному формированию утраченного фитоценоза. В процессе эксперимента было высказано предположение о возможных причинах его гибели: высокое содержание нефтепродуктов, неудачная конструкция коробов, в которых сформированный растительный покров находился высоко (0.5 м) над поверхностью грунта и потому в предзимний период вымерз от длительного воздействия низких температур воздуха; неоднократное повышение

температуры (более 30 °С) в течение летнего периода способствовало разогреву поверхности нефтешлама, в результате которого он начинал плавиться и корни растений оказывались вплавленными в субстрат, где без доступа воздуха погибали.

В связи с этим в *опыте 2* для создания растительного покрова на участках, загрязненных мазутом (содержание НП 4.7%), применяли Технологию 2. Изучали влияние биопрепарата-деструктора углеводов Микрозим (tm) «ПЕТРО ТРИТ» на качество формируемого данным способом растительного покрова. Для посева использовалась та же, что и в предыдущем эксперименте, травосмесь. В задачу исследований входило: формирование растительного покрова с помощью Технологии 2; оценка качества созданного растительного сообщества; изучение влияния биопрепарата-деструктора углеводов Микрозим (tm) «ПЕТРО ТРИТ» на качество создаваемого растительного покрова.

Схема опыта включала 2 варианта, каждый выполнен в четырех повторностях: контрольный – без применения биопрепарата-деструктора углеводов, опытный – с его применением.

Наблюдения, проведенные через 6 дн после посева, показали, что в обоих вариантах опыта семена растений хорошо и дружно проросли и образовали густой зеленый растительный покров из проростков высотой 5–7 см; к концу первого вегетационного периода сформированные травостой имели показатели, характеризующие их как высококачественные: высокую плотность – более 700 особей/дм², проективное покрытие – 70–80%, при котором не занятыми растительностью оставались лишь комки мазута, выступающие над поверхностью субстрата. Растительный покров и в контрольном, и в опытном вариантах имел высоту более 20–30 см и был представлен всеми высевными видами трав, среди которых лидировала тимофеевка луговая. Хорошо развитая корневая система растений длиной более 20 см способствовала образованию мощной, довольно плотной дернины толщиной более 10 см. Корни растений в основном обходили комки мазута, устремляясь в почву. При этом отдельные корни растений проникали даже в комки мазута на глубину более 2 см, часть проростков можно было наблюдать непосредственно в трещинах и разломах кусков мазута.

Тем не менее анализ полученных результатов показал, что использованный в эксперименте биопрепарат Микрозим способствует улучшению качества сформированного в эксперименте растительного покрова (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние препарата Микрозим (tm) «ПЕТРО ТРИТ» на качественные показатели фитоценоза, сформированного инновационным способом прямого посева на участках, загрязненных мазутом

Вариант	Показатель					
	Высота травостоя, см	Длина корней, см	Мощность дернины, см	Плотность травостоя, шт./дм ²	Биомасса, г/м ²	Проективное покрытие, %
Контроль	22,3 ± 1,6	19,7 ± 3,2	11,7 ± 0,6	686,4 ± 31,2	610,0 ± 31,0	70,4 ± 6,2
Опытный	34,6 ± 2,4	22,0 ± 1,5	12,3 ± 0,9	1019,7 ± 70,9	883,4 ± 35,4	80,6 ± 3,5
НСР ₀₅					13,4	

Так, высота травостоя в варианте с использованием Микрозима (tm) «ПЕТРО ТРИТ» превосходила контроль на 12,3 см. Это отразилось на объеме фитомассы, которая, в пересчете на воздушно-сухую массу, составила в опытном варианте 883,4 г/м², в контроле этот показатель был существенно меньше на 273,4 г (44,8 %). Толщина дернины различалась незначительно, всего на 0,6 см. Однако корни опытных растений проникали в субстрат глубже на 2,3 см, а плотность травостоя и проективное покрытие соответственно – на 48,6 и 10 % больше. Следовательно, применение способа прямого посева семян злаковых растений в вермикулитовый субстрат, нанесенный на нефтезагрязненную минеральную почву, позволяет в условиях Заполярья в течение одного вегетационного периода формировать фитоценозы с устойчивым к нефтезагрязнению видовым составом, поэтому данный способ может быть рекомендован в качестве перспективного приема фиторекультивации нефтезагрязненных земель; использование для этих целей биопрепарата-деструктора углеводов Мик-

розим (tm) «ПЕТРО ТРИТ» будет способствовать повышению качественных показателей создаваемого данным способом растительного покрова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова Л. А. Способ создания экологически чистого покрытия и питательная среда для его выращивания: Пат. № 2393665, заявка № 2007126884, зарегистрировано в Госреестре изобретений РФ 10 июля 2010 г. РФ//20.01.2009. Бюл. № 2.
2. Природоохранные работы на предприятиях нефтегазового комплекса. Ч. I / РАН, УрО Коми НЦ Ин-т биологии, – Сыктывкар, 2006.
3. Раткин Н. Е. Методологические и методические аспекты изучения закономерностей аэротехногенного загрязнения импактных территорий (на примере Мурманской области) / Н. Е. Раткин. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2001. – 118 с.
4. Ivanova L.A. Method for biologically recultivating industrial wastelands. Pub. No.: WO/2011/084079. International Application No.: PCT/RU2010/000001. Publication Date: 14.07.2011. International Filing Date: 11.01.2010. IPC: A01B 79/02 (2006.01), A01G 1/00 (2006.01), A01G 31/00 (2006.01).

УДК 541.182+631.436

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ТОРФА И МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Цыганов Александр Риммович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет» **Республика Беларусь**, г. Минск

Сосновская Наталия Евгеньевна, кандидат технических наук, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Республика Беларусь**, г. Минск, natalisosnov@mail.ru

Томсон Алексей Эммануилович, кандидат химических наук, доцент, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Республика Беларусь**, г. Минск, altom@ecology.basnet.by

Соколова Тамара Владимировна, кандидат технических наук, доцент, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Республика Беларусь**, г. Минск

Пехтерева Виктория Станиславовна, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», **Республика Беларусь**, г. Минск

Предложен новый композиционный материал на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов нефти для удаления нефтяных загрязнений из объектов окружающей среды, эффективность применения которого апробирована в условиях полевого мелкоделяночного опыта.

Ключевые слова: торф, нефть, композиционный материал, микроорганизмы-деструкторы нефти, рекультивация, степень деградации нефти.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF A COMPOSITE MATERIAL BASED ON PEAT AND MICROORGANISM-DESTRUCTORS FOR THE REMEDICATION OF OIL-CONTAMINATED SOILS

Tsyganov A. R., Sosnovskaya N. E., Tomson A. E., Sokolova T. V., Pehtereva V. S.

The proposed new composite material based on peat and microorganisms-destroyers of oil for removal oil pollution of environmental objects, which is tested in the field of small plot experiment.

Key words: peat, oil, composite material, microorganisms-oil destructors, recultivation, oil degradation degree

Нефть и нефтепродукты составляют особую группу поллютантов почвенного покрова территорий, на которых происходит добыча, транспортировка и переработка нефти. Поскольку на современном уровне развития нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности не представляется возможным исключить ее воздействие на окружающую

среду, возникает необходимость разработки новых и совершенствование существующих технологий рекультивации нефтезагрязненных почв.

Выбор конкретного метода зависит от уровня загрязнения, состава нефти, давности загрязнения, свойств почвы, ландшафтных и климатических условий. Как правило, необходимо применение комплекса методов.

В процессе воздействия углеводородов нефти на почву изменяются не только ее физико-химические характеристики, но и происходит обеднение почвы наиболее ценными питательными компонентами. В связи с этим актуальной экологической проблемой становится разработка технологии рекультивации, связанная не только с удалением загрязняющих веществ, но и с восстановлением баланса гумуса в почве путем внесения природного гумусоносодержащего материала – торфа. Практика использования ряда микробных препаратов для удаления нефтяных загрязнений во многих странах подтвердила перспективность применения для этих целей активных штаммов микроорганизмов-деструкторов нефти.

Иммобилизация клеток микроорганизмов на твердом носителе способствует повышению их биохимической активности и скорости деструкции загрязняющих веществ, защите их от воздействия отрицательных факторов окружающей среды, накоплению большого количества активной биомассы на единицу очищаемого объема среды, а также увеличению контакта рабочего объема биомассы с метаболизируемым ею субстратом [1–3].

С целью определения возможности применения композиционного материала на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов нефти для ускорения деградации нефти в почве на территории экспериментальной базы «Свислочь» НАН Беларуси был заложен мелкоделяночный полевой опыт в 4-кратной повторности. Схема опыта представлена в таблице.

Сырую нефть вносили путем равномерного разбрызгивания в количестве, соответствующем величине загрязнения 100 ПДК. Для локализации нефтяных загрязнений и в качестве носителя для штаммов микроорганизмов-деструкторов нефти рода *Rhodococcus* использовали композиционный сорбционный материал на основе торфа в количестве 0,5 кг, исходя из нефтеемкости 3 кг/кг. Все компоненты заделывали в почву путем рыхления.

Контроль за динамикой разложения нефти в почве осуществляли путем отбора почвенных проб с периодичностью 30 дн для проведения химических и микробиологических анализов. Для фиторекультивации нефтезагрязненных земель в начале второго вегетационного периода на опытных деланках был произведен высев смеси из трех видов травяных культур – костер безостый, лисохвост и овсяница в равных соотношениях, норма посева смеси составила 9 г/м² с учетом всхожести семян.

Концентрацию углеводородов нефти в пробе определяли ИК-спектрофотометрическим методом после экстракции нефтепродуктов (НП) из почвы четыреххлористым углеродом.

Степень деградации нефти (S) рассчитывали по формуле:

$$S = 100 - C/C_0 \cdot 100,$$

где C – конечная концентрация нефти, мг/г; C_0 – концентрация внесенной нефти, мг/г.

Численность популяций микроорганизмов учитывали методом серийных разведений при посеве в чашки Петри с агаризованной средой Е-8 (г/дм³): NaCl – 0,5; (NH₄)₂HPO₄ – 1,5; KH₂PO₄ – 0,7; MgSO₄ · 7H₂O – 0,8; нефть – 0,1 ; рН 7,3.

Результаты химических и микробиологических анализов почвы в динамике приведены в таблице.

Таблица – Степень деградации нефти (S) в условиях полевого мелкоделяночного опыта в течение первого вегетационного сезона

Вариант опыта	Степень деградации нефти, %			
	за 30 суток	за 60 суток	за 90 суток	за 120 суток
1. Фон – почва	–	32,5	36,2	53,4
2. Почва + нефть	28,6	41,6	46,8	67,8
3. Почва + нефть + композиционный материал	38,4	52,2	54,1	78,3
4. Почва + нефть + культура	41,2	61,7	67,6	85,0
5. Почва + нефть + композиционный материал + культура	53,3	32,5	36,2	53,4

Содержание нефти в варианте 2 уменьшилось на 28,6 % (30-е сут) в результате испарения ее легких фракций. Незначительное изменение степени деградации (32,5 %, 60-е сут и 36,2 %, 90-е сут) можно объяснить протеканием естественных деструктивных процессов в нефтезагрязненной почве.

Несколько лучше протекают процессы деградации в варианте 3, хотя и с невысокой скоростью. Некоторое увеличение скорости в данном случае может быть объяснено участием в деструктивных процессах привнесенной с композиционным материалом естественной микрофлоры, рост численности микроорганизмов с $0,24$ до $0,83 \cdot 10^8$ КОЕ/г почвы.

Внесение микроорганизмов-деструкторов нефти в виде культуральной жидкости (вариант 4) приводит к увеличению степени деградации нефти, которая к 90-м суткам наблюдения составила 54,1 %, при этом отмечается рост численности микроорганизмов, в том числе и деструкторов нефти, с $0,28$ до $3,58 \cdot 10^8$ и с $0,28$ до $2,18 \cdot 10^7$ КОЕ/г почвы.

Иммобилизация микроорганизмов-деструкторов на композиционном материале стимулирует жизнедеятельность как аборигенных, так и интродуцированных микроорганизмов-деструкторов. Композиционный материал на основе торфа защищает интродуценты от неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды и создает благоприятные условия для эффективного разрушения нефти. За период наблюдений в первом вегетационном сезоне (120 сут) степень деградации нефти в варианте 5 составила 85,0 %, что на 31,6 % выше, чем в фоновой нефтезагрязненной почве (таблица). Общая численность микроорганизмов в почве варианта 5 увеличилась до $6,83 \cdot 10^8$ кл./г почвы по сравнению с контрольным вариантом – $0,28 \cdot 10^8$ кл./г почвы, что свидетельствует об активном восстановлении микробиоценоза почвы.

Данные, представленные на рисунке, свидетельствуют, что применение композиционного материала позволяет достичь увеличения выхода биомассы растений в 6–8 раз по сравнению с нефтезагрязненной почвой. Степень токсикации растений снижается с 91,3 до 44,6 % по зеленой массе, и с 85,5 до 32,5 % по сухой массе. Площадь зарастания травяной растительностью на опытных участках с применением торфа составила 37,5 %, с применением культуры микроорганизмов-деструкторов нефти – 62,5 %, а с применением композиционного материала – 87,5 % по сравнению с не загрязненной почвой.

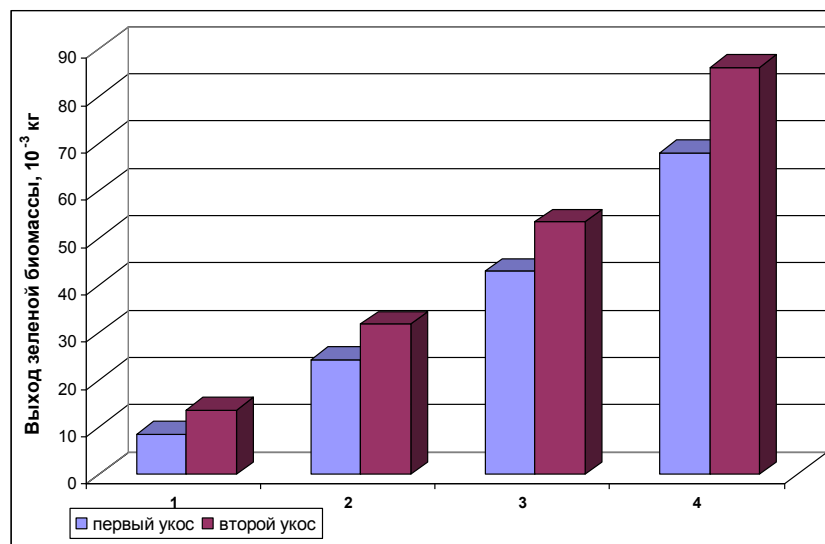


Рисунок – Выход зеленой биомассы травяных культур в условиях полевого мелко-деляночного опыта: 1 – почва + нефть; 2 – почва + нефть + композиционный материал; 3 – почва + нефть + культура; 4 – почва + нефть + культура + композиционный материал

Показано, что высокая эффективность очистки почвы от нефти достигается иммобилизацией микроорганизмов-деструкторов на торфяном носителе, обладающем высокими сорбционными свойствами и обеспечивающем улучшение контакта с поллютантом, что

позволяет сформировать устойчивый травяной покров на нефтезагрязненных землях за один вегетационный сезон и достичь необходимого уровня рекультивации.

Для ускорения процессов деградации нефти в почве определены агротехнические приемы, улучшающие воздушный, кислотный и влажностный режимы почвы, как необходимые элементы комплекса рекультивационных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавер В. И. Методическое руководство по рекультивации нефтезагрязненных земель в условиях месторождений нефти Западной Сибири / В. И. Вавер. – Нижневартовск, 1997.
2. Габассова И. М. Рекультивация серой лесной почвы, загрязненной нефтяным шламом / И. М. Габассова // Нефтяное хозяйство. – 2001. – № 7. – С.81–84.
3. Финкельштейн З. И. Микробная деградация нефти и нефтепродуктов / З. И. Финкельштейн // Биотехнология защиты окружающей среды: тез. докл. конф., Пушкино, 18–19 окт. 1994 г. / Ин-т биохимии физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН. – Пушкино, 1994. – С. 5–6.

УДК 633.2 : 631.61

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НА СЕВЕРЕ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

Тюрюков Александр Георгиевич, кандидат сельскохозяйственных наук, Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН, Россия, г. Новосибирск, algt@inbox.ru

Рассмотрены некоторые особенности роста многолетних злаковых трав в экстремальных условиях субарктической тундры северной части полуострова Ямал. Установлена возможность использования травосмеси многолетних злаковых трав для проведения биологической рекультивации нарушенных земель.

Ключевые слова: биологическая рекультивация, травостой, многолетние травы, травосмесь, кострец безостый, минеральное удобрение

FEATURES OF CARRYING OUT BIOLOGICAL RECULTIVATION ON THE NORTH OF YAMAL PENINSULA

Tyuryukov A.G.

Some features of growth of perennial grasses in extreme conditions of the subarctic tundra of the North of the Yamal Peninsula are considered. The possibility of use of grass mixture of perennial grasses for carrying out biological recultivation of disturbed lands is established.

Keywords: biological recultivation, herbage, perennial grasses, grass mixture, smooth brome grass, fertilizer

В связи с промышленным освоением полуострова Ямал большие площади земель оказались техногенно нарушены. Природа Крайнего Севера ранима. Проведённые на Крайнем Севере исследования по биологической рекультивации нарушенных земель показали, что процессы их самозарастания дикорастущими растениями во времени и пространстве происходит очень медленно [1]. Поэтому поиск путей проведения биологической рекультивации в данном регионе особенно актуален.

Целью работы было изучение возможности проведения биологической рекультивации отвалов гидронамыва грунта Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения на основе использования травосмеси многолетних злаковых трав.

Работы по биологической рекультивации проводились на территории Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения, которое расположено в Ямальском районе

Ямало-Ненецкого автономного округа. Территория района проведения рекультивационных работ расположена севернее Полярного круга. В регионе повсеместно распространена многолетняя мерзлота, талые грунты встречаются только под крупными реками и озерами, на которых проводится добыча гидронамывного грунта.

Климат региона субарктический. Самый теплый месяц – июль, среднемесячная температура воздуха составляет всего +7,3 °С. Продолжительность безморозного периода – 53 дня. Сумма осадков за год составляет 400 мм.

Почва опытного участка – отвалы гидронамывного грунта, взятого со дна крупных озер. Содержание гумуса составляет 0,01–1,1 %, общего азота – 0,03–0,20 %, подвижного фосфора (по Чирикову) – 1,0–18,0, обменного калия – 32–120 мг/100 г почвы, рН водной вытяжки 6,2–6,5. Механический состав гидронамывного грунта – супесь.

Перед проведением биологической рекультивации проводились необходимые технические работы: уборка промышленного и строительного мусора, выравнивание поверхности бульдозером и планировщиком, отвод поверхностных и талых вод.

Территория карьеров загрязненная нефтепродуктами засыпалась слоем гидронамывного грунта толщиной 50–60 см и тщательно выравнивалась бульдозером.

Для проведения посева семян многолетних трав и рядкового внесения минеральных удобрений использовали сеялку СЗТ-3,6А в агрегате с гусеничным трактором Т-170. Глубина заделки семян составила 1–2 см. Высев многолетних трав провели 10 июля 2015 г. Послепосевное прикатывание не проводилось, так как влаги в грунте было в избытке.

Для создания благоприятных условий роста, развития и повышения холодостойкости растений [4] применяли рядковое внесение комплексного минерального удобрения азофоски в дозе (NPK)₆₀.

Как показали ранее наши исследования, для проведения биологической рекультивации отвалов гидронамыва грунта, более эффективна травосмесь злаковых многолетних трав, поскольку данный регион отличается суровыми природно-климатическими условиями. Среди использовавшихся злаковых многолетних трав наибольшим адаптивным потенциалом обладает кострец безостый [2, 7].

Травосмесь готовили из семян злаковых многолетних трав. Общая норма высева семян составила 160 кг/га: костреца безостого – 80, тимофеевки луговой – 40, овсяницы луговой – 20, овсяницы красной – 20 кг/га. Такие виды злаковых многолетних трав, как кострец безостый и овсяница красная способны формировать подземные корневища, что очень ценно в условиях короткого и холодного лета Заполярного Ямала.

Учеты, наблюдения, обработка полученных данных проводилась с помощью общепринятых методик [5, 6].

В год посева наблюдалась неравномерная всхожесть растений. К концу вегетации растений высота всходов составляла 3–10 см. Во второй год жизни растений фазы выметывания многолетние злаковые травы не достигали. К концу вегетации растений высота растений составляла 15–25 см. Глубина проникновения корневой системы растений – 10–18 см. На месте стояния поверхностных вод отмечалась значительная гибель растений от вымокания.

На третий год жизни проективное покрытие травостоя составило 40–60 %. Наиболее мощно в травосмеси развились растения костреца безостого: высота их достигала 48 см, количество побегов составило 65 шт./м², глубже проникновение корневой системы – 19 см; наименее – растения тимофеевки луговой: 39 см, 24 шт./м² и 16 см, соответственно. Растения овсяницы луговой полностью выпали на второй год жизни (таблица).

Общая урожайность сухой массы травосмеси многолетних злаковых трав составила 8,9 ц/га, из которой на долю костреца безостого приходится 4,3 ц/га, или 48 %; тимофеевки луговой – 1,2 ц/га, или 14 %; на долю овсяницы красной – 2,7 ц/га, или 30 %; дикорастущих растений – 0,7 ц/га, или 8 %.

Глубина оттаивания гидронамывного грунта, на момент проведения наблюдений, составила 45–80 см.

Наши исследования показали, что генеративные побеги у злаковых многолетних трав в тундре Заполярного Ямала формировались только на третий год жизни травостоя [3, 8]. В условиях субарктического климата Заполярного Ямала семена злаковых многолетних трав не успевали вызреть, поэтому необходимо завозить семена из более южных регионов.

Таблица – Показатели многолетних злаковых растений на третий год жизни травостоя (данные на 8 августа 2017 г.)

Вид многолетнего злакового растения	Урожайность сухой массы, ц/га	Высота растений, см	Количество побегов на 1 м ² , шт.	Глубина проникновения корневой системы растений, см
Кострец безостый	4,3	48	65	19
Тимофеевка луговая	1,2	39	24	16
Овсяница красная	2,7	34	58	18
Овсяница луговая	–	–	–	–
Дикорастущие растения	0,7	15–55	72	15–22
Сумма	8,9	–	219	–
Среднее	–	40,3	–	17,7
НСР ₀₅	1,3			

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о реальной возможности проведения биологической рекультивации карьеров гидронамыва грунта путем посева травосмеси многолетних злаковых трав в условиях Заполярного Ямала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологическая рекультивация нарушенных земель на Ямале : Рекомендации / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1994. – 48 с.
2. Кашеваров Н. И. Результаты изучения костреца безостого *Bromopsis inermis* Leys и его использование в экстремальных условиях среды / Н. И. Кашеваров, Г. М. Осипова, А. Г. Тюрюков и др. // Доклады РАСХН. – 2014. – № 6. – С. 14–17.
3. Кашеваров Н. И. Урожайность костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири / Н. И. Кашеваров, А. Г. Тюрюков, Г. М. Осипова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 11. – С. 81–83.
4. Коровин А. И. Эколого-физиологические особенности роста и развития растений на холодных почвах Севера / А. И. Коровин // Проблемы освоения пойм северных рек. – М. : Агропромиздат, 1987. – С. 77–84.
5. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. Ч. 1. – М. : ВНИИ кормов, 1971. – 174 с.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М. : ВНИИ кормов, 1987. – 196 с.
7. Тюрюков А. Г. Агротехнические приемы возделывания костреца безостого в условиях севера Бурятии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / А. Г. Тюрюков – Новосибирск, 2002. – 16 с.
8. Kashevarov N. I. Investigation of the characteristics of smooth brome grass (*Bromopsis inermis* Leys) biological traits for cultivation under extreme environmental conditions / N. I. Kashevarov, G. M. Osipova, A. G. Tyuryukov // Russian Agricultural Sciences [Электронный ресурс] // <http://link.springer.com/article/10.3103/S1068367415010085>. – V. 41. – Issue 1. – 2015. – P. 14–17.

БИОРЕКУЛЬТИВАЦИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОШЛАКООТВАЛА ТЭЦ-1 ГОРОДА ЧИТЫ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Горбунов Иван Викторович, кандидат биологических наук, научный сотрудник, *Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Россия, г. Чита, wunsch27@mail.ru*

Проведена научно-исследовательская работа по биологической рекультивации экспериментальных участков на территории не действующего золошлакоотвала (ЗШО) ТЭЦ-1 города Читы с целью создания на нем ветрозащитных и противозерозионных лесных полос ажурно-продуваемой конструкции. Лесополосы высажены и адаптированы к новым условиям с учетом соответствующих лесохозяйственных методик. Данные агротехнические мероприятия обеспечат повышение плодородия почв, воспрепятствуют ветровой и водной эрозии, улучшат почвенный микроклимат.

Ключевые слова: рекультивация, эрозия почв, золошлакоотвал, лесные полосы, экология города, охрана окружающей среды.

BIORECULTIVATION OF DEGRADIROVANNY SOILS ON THE EXAM- PLE OF ZOLOSHLAKOOTVAL OF COMBINED HEAT AND POWER PLANT NO. 1 OF THE CITY OF CHITA OF ZABAYKALSKY KRAI

Gorbunov I. V.

Research work on biological recultivation of experimental sites in the territory of not operating zoloshlakootval of combined heat and power plant of the city of Chita for the purpose of creation on him dustproof and antierosion forest strips of the openwork blown design is carried out. Forest belts are landed and adapted to new conditions taking into account the corresponding forestry and landscape techniques. These agrotechnical actions will provide increase in fertility of soils, will prevent a wind and water erosion, will improve a soil microclimate.

Keywords: recultivation, an erosion of soils, I zoloshlakootvat, forest strips, city ecology, environmental protection.

На территории г. Читы рядом с уникальным озером Кенон и поселком ГРЭС располагается теплоэлектроцентраль № 1, обеспечивающая население теплом в домах и горячей водой. Данный объект имеет прилегающие участки земли с расположенными на них двух золошлакоотвалов (ЗШО). Один из них брошенный, не действует, но наносит вред населению поселка, города и озера, так как высохшая зола уноса согласно преобладанию в розе ветров северо-западного направления пылит на озеро Кенон, поселок ГРЭС и собственно город Читы. Неоднократные жалобы населения привели к необходимости плана научно-исследовательской работы по биологической рекультивации экспериментальных участков на территории недействующего золошлакоотвала (ЗШО) ТЭЦ-1 г. Читы с целью создания на нем ветро- и пылезащитных, а также противозерозионных лесных полос ажурно-продуваемой конструкции. Данные агротехнические мероприятия обеспечат повышение плодородия почв, воспрепятствуют ветровой и водной эрозии, улучшат почвенный микроклимат [1].

Работа проводилась в несколько этапов. Первый этап (подготовительные работы) заключался в следующем планирование лесных полос на экспериментальном участке (создание плана-схемы горизонтального и вертикального профилей экспериментального участка санитарно-защитной зоны ЗШО ТЭЦ-1); натурное обследование территории размещения данного участка; рекогносцировка местности; подбор и разбивка экспериментального участка; агрохимический анализ почвы на экспериментальном участке до выполнения рекультивационных работ.

Второй этап (предполевые работы) состоял в подготовке посадочных ям на экспериментальном участке согласно утвержденной схеме посадок; выкопке, хранении и перевозке посадочного материала к месту посадки.

Третий этап – собственно полевые работы – посадка саженцев древесно-кустарниковых пород; внесение минеральных и органических удобрений; полив.

Для проведения экспериментальной научной работы потребовались площади размером 100*20 м, на которых осуществлена посадка семирядных лесных полос. Ввиду того, что это экспериментальная работа, таких полос создано пока две. Но в будущем планируется создать их больше, чтобы практически полностью исключить пыление ЗШО на город и оз. Кенон. Считается, что одна пятирядная лесополоса размером 50*20 м снижает пыление до 30 % [2]. Химический анализ грунта ЗШО на выявление содержания в нем токсичных веществ и НРК, а также концентрации этих веществ показал, что вещества на данном экспериментальном участке относятся в 5-му классу опасности (нетоксичные), а содержание азота, фосфора и калия значительно снижено.

Ассортимент древесно-кустарниковых пород для посадки их на данных опытных участках подбирался с учетом их устойчивости в данных условиях. Высажены дикорастущие растения, произрастающие в сходных для них условиях, таких как в районе ЗШО. Это важно для лучшей адаптации растений к новым условиям. Растения подбираются засухоустойчивые и пылеустойчивые, а также быстрорастущие и хорошо размножающиеся вегетативным путем. Из древесных растений были предложены: сосна обыкновенная, лиственница Гмелина, береза повислая, яблоня ягодная; из кустарниковых: боярышник кроваво-красный, лох серебристый, карагана кустарниковая и колючая, облепиха обыкновенная.

Выкопка, транспортировка и посадка древесно-кустарниковых пород на экспериментальном участке проводилась с учетом сроков посадки растений и рекомендуемой схемы размещения лесополос. Лесополоса должна быть пяти- или семирядной с чередованием древесных и кустарниковых пород длиной 100 метров и шириной 20 метров. Размещаться она должна перпендикулярно господствующему ветру, то есть в данном случае северо-западному его направлению (рисунок).



Рисунок – Общий вид лесозащитных полос на ЗШО (май 2018 г.)

Проведение уходных работ за насаждениями должно быть место бы однократным с учетом химического анализа грунта. При недостатке необходимых элементов важно было внести минеральные удобрения и гуматы. Гуматы необходимы, так как являются хорошими адаптогенами к новым условиям произрастания для интродуцируемых растений.

В любом случае 100 %-ая выживаемость растений маловероятна. Гибель некоторых из них через год-два всё равно произошла в силу различных факторов среды. Растения при по-

садке были еще неокрепшими, получив большой стресс. А при попадании в засушливый период (как в 2017 году) или при выкопке и транспортировке из-за повреждения корней некоторые растения просто не смогли возобновиться в нужной мере. Кроме того, растения попали в условия постоянного антропогенного воздействия (ЗШО), а это говорит о том, что есть вероятность гибели еще некоторых растений.

В результате эксперимента через два года испытаний более приспособленными к условиям ЗШО оказались такие древесные породы, как лиственница Гмелина и береза повислая (таблица).

Таблица – Результаты научно-экспериментальной работы по приживаемости растений в условиях ЗШО

Видовое название растения	Гибель растений (%)	
	2017 г.	2018 г.
Сосна обыкновенная	50	70
Лиственница Гмелина	7	5
Береза повислая	5	10
Яблоня ягодная	40	60
Боярышник кроваво-красный	40	50
Лох серебристый	5	5
Карагана кустарниковая	5	5
Карагана колючая	5	5
Облепиха обыкновенная	10	10

Из кустарниковых растений самыми устойчивыми в условиях уноса золы и бедных почв оказались карагана кустарниковая и колючая, лох серебристый и облепиха. Остальные растения показали более плохие результаты как в 2017, так и в 2018 году. Следовательно, эти виды не рекомендуется высаживать в условиях золоотвалов тепловых электростанций данного региона, так как они являются менее пыле- и засухоустойчивыми, обладают слабыми адаптогенными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобринев В. П. Выращивание лесных полос в Восточном Забайкалье / В. П. Бобринев. – Чита : обл. типография, 1992. – 35 с.
2. Махнев А. К. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале / А. К. Махнев, Т. С. Чибрик, М. Р. Трубина и др. – Екатеринбург : УрОРАН, 2002. – 356 с.

УДК 911.52

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЛУБОКОЙ БЕЗОТХОДНОЙ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Агибаева Алия Жолатовна, старший преподаватель кафедры «Биотехнология», Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова, **Казахстан**, г Павлодар, *Ag.aliya84@mail.ru*

В статье обозначены на ближайшую перспективу основные задачи исследований, нацеленные на обеспечение безопасности урбанизированных территорий, включая разработку общей концепции геоэкологической безопасности города и соответствующих правовых и нормативных документов. Дан анализ состояния техногенных месторождений, образовавшихся в результате переработки железистых кварцитов горно-обогатительными комбинатами, их вещественного состава и отрицательного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: урбанизация, железистые соединения, геоэкология, недропользование.

GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF SECURITY, DEEP WASTE-FREE PROCESSING OF TECHNOGENIC DEPOSITS AND WAYS OF THEIR SOLUTION

Agibaeva A. Zh.

The article outlines the main research objectives for the near future, aimed at ensuring the safety of urbanized areas, including the development of a general concept of geo-environmental safety of the city and the relevant legal and regulatory documents. The analysis of the state of technogenic deposits formed during the processing of ferruginous quartzites from mining and processing plants, their material composition and the negative impact on this environment is given.

Keywords: urbanization, ferrous compounds, geoecology, subsoil use

При усилении урбанизации особое значение приобретает обеспечение геоэкологической безопасности городских территорий. Однако в разработанных стратегиях развития нашей страны в ближайшие 10–15 лет уделено недостаточное внимание экологическим вызовам и полностью отсутствует упоминание о геоэкологических проблемах. В то же время для большинства городов характерны не только загрязнение природных компонентов, но и такие негативные процессы, как подтопление, активизация карста, нарушение режима подземных вод и т. д., приводящие к деформации и разрушению зданий и сооружений. Во избежание последствий проявления этих процессов необходима разработка соответствующей методической и нормативно-правовой базы. На данный момент разработаны и апробированы методики геоэкологической оценки территорий и районирования урбанизированной территории по геоэкологическим ограничениям. Внедрение этих методик в практику планирования и проектирования городского пространства будет способствовать безопасности функционирования городов и рациональному природопользованию.

В статье на ближайшую перспективу обозначены основные задачи исследований, нацеленные на обеспечение безопасности урбанизированных территорий, включая разработку общей концепции геоэкологической безопасности города и соответствующих правовых и нормативных документов. Дан анализ состояния техногенных месторождений, образовавшихся в результате переработки железистых кварцитов горно-обогатительными комбинатами, их вещественного состава и отрицательного воздействия на окружающую среду. Республиканским НПЦ предложены оборудование и технологии переработки, извлечения полезных компонентов (немагнитное железо-гематит, золото и др.) и удаления вредных примесей (тяжелых металлов, радионуклидов и др.), обеспечения рентабельного и экологически чистого безотходного производства.

В настоящее время Павлодарский регион РК можно рассматривать как фундамент минерально-сырьевой безопасности нашей страны. Можно с уверенностью утверждать, что объемы добычи и переработки минерального сырья в ближайшие годы будут только возрастать, что соответственно будет сопровождаться значительным возрастанием техногенной нагрузки [1, 3, 6, 7].

Вопросы геоэкологической безопасности горного производства приобретают с увеличением объемов добычи и переработки первостепенное значение [1, 4, 8]. Увеличение запасов минерального сырья возможно не только в результате интенсификации существующих и поиска новых месторождений, но и в результате освоения техногенных месторождений (хвостохранилищ), образовавшихся в результате переработки, в частности, железистых кварцитов. Общее количество накопленных хвостов превышает 320 млн т.

Количество металла (железа) в образовавшихся техногенных месторождениях колеблется в пределах 32–62 млн т. Вовлечение в хозяйственный оборот производственных отходов горнорудной промышленности является крупной народно-хозяйственной задачей, актуальность которой неизбежно возрастает в настоящий период (Постановление Правительства РК от 11.12.2006 № 755, Приказ комитета геологии и недропользования РК от 31.10.2007 № 1538) [8].

В настоящее время определились следующие направления создания безотходных или малоотходных производств:

1. Разработка принципиально новых технологических схем и методов безопасного промышленного производства, исключая выброс отходов в окружающую среду.

2. Создание замкнутых технологических схем с многократным использованием воды и технологических газов.

3. Создание систем переработки отходов производства, которые рассматриваются как вторичные материальные ресурсы, с организацией крупных региональных территориально-промышленных комплексов с замкнутой структурой потоков сырья для глубокой переработки.

Экономичная переработка труднообогатимых и техногенных руд, рациональное использование ресурсов минерального сырья невозможны без комплексной их переработки. Отсутствие схем комплексной переработки руды во многих случаях тормозит промышленное освоение многих месторождений. Технологические схемы многих обогатительных фабрик не обеспечивают извлечение всех ценных металлов, а также нерудных ископаемых, которые безвозвратно теряются в отвалах. В связи с резким обострением экологических проблем существенным требованием технологии переработки полезного ископаемого является охрана окружающей среды.

Задачи охраны окружающей среды должны решаться на стадии проектирования горнорудных предприятий, а технологические схемы переработки должны включать операции, обеспечивающие комплексное извлечение всех полезных минералов, имеющих народнохозяйственное значение. Еще в 1932 г. академиком А.Е. Ферсманом была четко сформулирована идея комплексной переработки руд: «Комплексная идея – есть идея в корне экономическая, создающая максимальные ценности с наименьшей затратой средств и энергии, но эта идея не только сегодняшнего дня, это идея охраны наших природных богатств от их хищнического расточения, идея полного использования рудного сырья, идея возможного сохранения наших природных запасов на будущее».

Уже сейчас необходимо приступать к реконструкции действующих ГОКов с целью радикального улучшения использования природных ресурсов, сырья и материалов, топлива и энергии на всех стадиях – от добычи и переработки сырья до выпуска готовой продукции.

Разработка эффективной и экономичной схемы обогащения является сложной задачей со многими неизвестными. Она требует внимательного сопоставления многих, часто противоречивых данных и экспериментального исследования. Трудность такого исследования связана с тем, что обогащению подвергается комплекс разнородных минералов, имеющих разновидности и различные составы даже в пределах одного (естественного или техногенного) месторождения. При этом необходимо учитывать комплексное обогащение с получением нескольких концентратов или получение концентрата различных по свойствам минералов, содержащих один и тот же элемент.

Существующие методы обогащения позволяют использовать большое число вариантов схем, различающихся операциями и их последовательностью. Учитывая ограниченные возможности экспериментальной проверки схем, предварительный обоснованный выбор их является важной составной частью исследования. Поэтому на первом этапе решения экологических задач необходимо на предприятиях, производящих переработку полезных ископаемых, создать лаборатории, осуществляющие исследования на обогатимость руд в зависимости от генезиса месторождения, и укомплектовать их современным оборудованием и в значительной степени соответствующими кадрами. Создание новых, более совершенных и экономически эффективных технических средств и технологий может превратить ранее не пригодные для промышленного использования источники сырья (естественные и техногенные) в эффективные.

Экологогеохимическая характеристика хвостов при сопоставлении со средними содержаниями химических элементов в литосфере показывает, что в хвостах происходит избирательная концентрация металлов. Подобное избирательное накопление достигает опасного экологического уровня концентрации, превышающей ПДК в разы, в том числе элементов-токсикантов, способных проникать в водоносные горизонты и мигрировать на десятки

километров. Поэтому для снижения техногенных воздействий на окружающую среду, возникающих в процессе переработки железистых кварцитов, необходима технология глубокого извлечения из хвостов обогащения полезных компонентов и удаления вредных примесей (токсикантов) с последующим их безопасным захоронением. На сегодняшний день разработаны и испытаны узлы и оборудование, которые в комплексе способны решать вышеуказанные проблемы. Мобильные технологические комплексы способны одновременно решить задачи комплексного использования сырья как в геоэкологическом, так и экономическом плане [2, 3, 4, 5]. Предлагаемая техника и технология окупаются менее чем за один год.

Таким образом, глубокая переработка техногенных месторождений является задачей социально значимой, актуальной, крайне необходимой и обязательной, решать которую надо незамедлительно для обеспечения безопасной экологической обстановки, особенно при всё возрастающей техногенной нагрузке. Антропогенное воздействие на окружающую природную среду создает условия, опасные для существования растительного, животного мира и человека. Это обстоятельство вынуждает решать вопросы защиты окружающей среды (среды обитания человека) от вредных факторов, существенно влияющих на здоровье.

Необходимость в обеспечении такой защиты давно назрела в Павлодарском районе и в Павлодарской области в целом. Об этом свидетельствует прежде всего состояние здоровья населения: по данным государственного комитета по ОС Павлодарской области за период 2007–2017 гг. число хронических форм патологий увеличилось в 2 раза; болезней крови и кроветворных органов – в 3,9 раза; случаев новообразований – в 1,4 раза; болезней органов пищеварения – в 1,3 раза; болезней мочевой системы – в 1,7 раза; число врожденных аномалий увеличилось в 2,4 раза. Отмечается ухудшение медико-демографических показателей населения области. Данное явление перешло в депопуляционный процесс, и в 2009 г. убыль населения достигла рекордной за последние 20 лет цифры в 11,2 тыс. человек в год.

Негативное влияние на окружающую среду в течение многих лет оказывает комплекс нефтедобычи, нефтепереработки и транспортировки нефти. Так, в районе Павлодара возникли очень большие загрязненные нефтепродуктами территории, которые требуют очистки и дальнейшей рекультивации для предотвращения глобальной геоэкологической катастрофы – проникновения техногенных загрязнений в водоносные горизонты и их дальнейшей миграции на сотни километров. Нарушения экологии в этих промышленных районах приводят к росту числа онкозаболеваний, заболеваний органов дыхания, кроветворных органов, системы кровообращения, костно-мышечной и мочеполовой систем, а также органов пищеварения, сокращают рождаемость и увеличивают смертность населения в этом регионе.

Использование отечественных разработок в области геоэкологической безопасности сегодня позволяет проектировать крупные региональные территориально-промышленные комплексы с замкнутой структурой потоков сырья для глубокой переработки, предполагающей использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов. Разработаны технологические схемы и методы переработки, исключая выбросы в окружающую среду, а также замкнутые технологические циклы обогащения сырья с многократным использованием воды и технологических газов.

Современная методика проектирования позволяет адаптировать эти технологии к условиям практически любого известного техногенного месторождения и региона, включая их глубокую переработку, в том числе угольных шламохранилищ, для производства как тонкодисперсного водоугольного, так и брикетированного топлива, строительных материалов, удобрений и пр.

Исходя из сложившейся геоэкологической ситуации, в частности в Павлодарском регионе, дальнейшее развитие должно идти в следующих тактических направлениях:

1. Действующие ГОК и КМА должны приступить к разработке и внедрению технологических схем, обеспечивающих комплексную глубокую безотходную переработку сопутствующего минерального и основного железорудного сырья.

2. Предприятиям горно-металлургического комплекса, осуществляющим разработку месторождений полезных ископаемых и переработку железорудного сырья, необходимо

предусматривать средства для проектных и экспериментальных работ по глубокой безотходной переработке существующих техногенных месторождений (в частности, хвостохранилищ) как новых, так и созданных в процессе эксплуатации за исторически длительный промежуток времени.

3. Геоэкологические проблемы безопасности, глубокой безотходной переработки техногенных месторождений и пути их решения стратегически должны быть составной и неотъемлемой частью при создании многофункциональной комплексной системы защиты и безопасности особо опасных объектов от природно-техногенных воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов В. Н. Новый технологический комплекс по переработке отходов обогащения металлосодержащих руд / В. Н. Анисимов, И. С. Булгаков, В. К. Кушнеренко // Горный журнал. – 2007. – № 6. – С. 18–22.

2. Анисимов В. Н. Глубокая безотходная переработка природно-техногенных месторождений автономными мобильными технологическими комплексами / В. Н. Анисимов // Полиуретановые технологии. – 2009. – № 2. – С. 22–28.

3. Анисимов В. Н. Безотходная переработка природно-техногенных месторождений мобильными технологическими комплексами / В. Н. Анисимов // Горная промышленность. – 2009. – № 4 (86). – С. 42–49.

4. Анисимов В. Н. Глубокая безотходная переработка природно-техногенных месторождений автономными мобильными технологическими комплексами / В. Н. Анисимов. – 2009. – № 2 (55). – С. 36–43.

5. Каплунов Д. Р. (УРАН Институт проблем комплексного освоения недр), Лейзерович С. Г. (ОАО «НИИКМА») и др. О дальнейшем развитии горных работ в бассейне // Горный журнал. – 2011. – № 10. – С. 44–49.

6. Правила рациональной комплексной переработки минерального сырья (твердые полезные ископаемые) ПБ 03-234-96. – М. : Институт проблем комплексного освоения недр. – 2009. – С. 17–24.

7. Утверждены Основы государственной политики в области экологического развития на период до 2030 года / Официальный сайт Президента РК [Электронный ресурс]. Дата обращения 15.06.2009.

УДК 631.618

К ВОПРОСУ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ АПШЕРОНА

Бахшиева Чимназ Тофик кызы, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, *Азербайджан*, г. Баку, mega.nisa@list.ru

Кулиев Аловсат Гюлуш оглы, доктор сельскохозяйственных наук, член-корр. НАН Азербайджана, *Азербайджан*, г. Баку, elovset_q@mail.ru

Садыхов Фархад Алекпер оглы, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана, *Азербайджан*, г. Баку, farhad.sadiqov@bk.ru

В статье отражается влияние отдельных компонентов нефти на почвенную экосистему. На основе многолетних работ по нефтезагрязненным почвам Апшерона приводятся основные факторы, воздействующие на самоочищение почв в условиях аридного климата: температурные условия, влажность, ПДК нефтепродуктов с точки зрения токсичности почв.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, токсичность, рекультивация, очистка, почвенная экосистема.

TO THE QUESTION OF THE RESTORATION OF OIL-POLLUTED SOIL OF ECOSYSTEMS ABSHERON

Bahshiyeva Ch. T., Quliyev A. G., Sadixov F. A.

The article reyiect influence of oil componeuts to ecological systems of soil base of longterm researches about soils of Apsheron peninsula it have given the principle factors wieh sadden to toxicity and own cleaning soils in conditions of arid elimате of Apsheron.

Keywords: oil pollution, toxicity, recultivation, cleaning, soil ecosystem.

Выработка методологии борьбы с загрязнением окружающей среды нефтью и нефтепродуктами – крайне сложная проблема. Реакция почв на загрязнение нефтью, их чувствительность к этим загрязнителям отличаются в разных почвенных зонах, а также в пределах сопряженных ландшафтов.

Одним из главных и приоритетных направлений в области охраны окружающей среды и рационального природопользования является разработка и внедрение усовершенствованных технологий возрождения природы методом биоремедиации загрязненных пахотных земель, болот, лесных угодий и т. д. Известные и, к сожалению, используемые еще способы ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов на почвы проводятся такими приемами и способами, как сжигание нефти, засыпки загрязненных участков грунтом, вывоз загрязненной почвы в отвалы и внесение в почву микро-деструкторов, действие которых на биоценоз в настоящее время не исследованы, что приводит к необратимому уничтожению плодородного слоя почвы. Такие способы очистки и рекультивации не отвечают современным требованиям экологической безопасности и совершенно неприемлемы [2].

Разложение нефти и нефтепродуктов в почве в естественных условиях – процесс биохимический. Влияние нефти и отдельных её продуктов на почву и почвообразовательный процессы изучено многими авторами. Окисление нефти начинается сразу после ее попадания в почву. Общими чертами этого процесса является быстрое разрушение метанонафтеновых фракций, относительное увеличение доли смолистых веществ в нефти, переход части нефтяных компонентов в нерастворимые в органических растворителях формы. В результате многолетнего опыта работы с нефтезагрязненными почвогрунтами нами было установлено, что в большинстве случаев процессы разложения и методы рекультивации затрудняются благодаря наличию в почвах трудно расщепляемых канцерогенных углеводов [1, 3, 4].

Исследуемый регион занимает восточную часть Апшеронского полуострова. Современный рельеф начал формироваться здесь с хазарского века. Большую роль в процессе почвообразования сыграли средне-позднечетвертичные трансгрессии Каспия и аридно-денудационные процессы.

Цель нашей работы заключалась в определении нефтепродуктов, если таковые уже есть на рекультивируемых землях Биби-Эйбатского участка.

Вполне очевидно, что влияние нефти в почве не может быть единым для всех типов почв и природных зон. Оно зависит от факторов, определяющих влияние вещества на свойства почв и растений, от потенциала самоочищения почв, от данного вида и длительности загрязнения.

Наиболее перспективными для мониторинга нефтяного загрязнения являются методы газовой, газожидкостной или высокоэффективной хроматографии. Наиболее распространен газохроматографический метод в сочетании с ИК-спектрометрией, позволяющий определять индивидуальные компоненты нефти. В основе всех предложенных методов лежит извлечение нефти и нефтепродуктов из проб органическими растворителями. Уже второй год с целью определения нефтепродуктов нами используется органический растворитель бензол. Химические свойства бензола благоприятны для количественного извлечения нефтепродуктов из почв.

Нефтезагрязненная почва массой в 20 г промывалась бензолом методом медленной декантации, промытая масса высушивалась в вытяжном шкафу, затем определялось количе-

ство нефтепродуктов. Чтобы проследить процесс состояния нефтезагрязненных почв после рекультивации, пробы брались из прошлогодних разрезов. Данные приведены в таблице.

Таблица – Определение количества нефтепродуктов после рекультивации по годам исследований

№	Разрезы	Глубина	Количество нефтепродуктов в %		
			2011 г.	2012 г.	2013 г.
1	1	50–75	22–11,5	20–9,5	18,3–1,0
2	1.V	35–200	16–6	15–5	14,3–7
3	12	105–150	28–18,5	27–17,5	26,5–24,9
4	Секция 6 р-3	50–150	35,23	33–21,5	32–28,2
5	Секция 6 р-3 ^а	50–100	17,5–7,5	17,3–6	15,6–13,1
6	Секция 2 р-2	50–100	35–24,5	34,1–22,6	32,8–31,3
7	Секция 20 р-15	60–200	14–4,5	12,3–3,8	11,9–3,6
8	Р-3	100–200	10–15	8–1,5	7,6–1,1
9	Секция 16 р-10	150–200	18–8,5	16,7–7	13,7–5,5
10	1	25–50	12–5,5	10,5–4,9	9,6–3,3
11	Секция 19 р-14	100–200	10–5	10–4,6	9,8–4,1
12	Секция 6	10–70	15–7	13–5,4	12,4–4,8
13	1 ^а	0–85	25–14	22–13	21,7–12,5
14	1 ^В	85–100	17–7	14,5–6,0	13,9–4,2
15	1 ^а	25–200	15–5,5	13,1–5,5	10,2–3,0

Как видно из таблицы, количество нефтепродуктов уменьшилось совсем незначительно – от 3 до 2 % на 100 г почвы. Например, в наиболее загрязненной секции 6 в разрезах 1^а 1^В 1^а количество нефтепродуктов соответственно уменьшилось от 3 до 1,5, а в наименее загрязненном разрезе № 14 секция 19 на глубине 100–200 см и вовсе до 0,4 %. По-прежнему остаются сильнозагрязненными разрезы № 3, 1, 12, где количество нефтепродуктов меняется от 20 до 27 %.

На основании проведенных анализов и визуальных исследований можно сделать следующие выводы:

Присутствие нефтепродуктов прослеживается по всему участку и изменяется от 35 до 1,5 % на 100 г почвы в среднем. Присутствие нефтепродуктов прослеживается по всему участку и изменяется от 34,1 до 1,5 %.

В течение 3 летних исследований количество нефтепродуктов изменилось совсем незначительно в среднем от 2 до 3 % на 100 г почвы, что указывает на наличие труднорастворимых частиц нефтепродуктов, которые должны быть выведены только благодаря биологическим способам рекультивации (посадка устойчивых к нефтезагрязнению видов).

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдова С. Л. Нефть как топливный ресурс и загрязнитель окружающей среды / С. Л. Давыдова. М : изд-во РУДН, 2004. – С. 84–111.
2. Кириева Н. А. Диагностические критерии самоочищения почв от нефти / Н. А. Кириева // Экология и промышленность России. – 2001. – С. 63.
3. Середина Т. И. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация / Т. И. Середина, Н. Н. Терещенко. – Томск, 2004.
4. Шыхлинский Э. М. Климат Азербайджана / Э. М. Шыхлинский. – Баку. – Элм, 1977.

БИОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

Каримуллин Ленар Камирович, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Татарстан, Казань, Karlenar@yandex.ru*

Вершинин Анатолий Андреевич, *кандидат биологических наук, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Татарстан, Казань, A-vershinin@mail.ru*

Игнатьев Юрий Алексеевич, *кандидат химических наук, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Татарстан, Казань, chromjura@mail.ru*

Петров Андрей Михайлович, *кандидат биологических наук, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Татарстан, Казань, zram2@rambler.ru*

В ходе длительного эксперимента изучалась ферментативная активность чистой и загрязненной нефтью светло-серой лесной почвы. Установлена продолжительность периодов активности и ингибирования ферментов при различном начальном содержании и длительности воздействия поллютанта.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, ферментативная активность, каталаза, протеаза, уреаза, светло-серая лесная почва.

BIOCHEMICAL ACTIVITY OF OIL-POLLUTED LIGHT-GRAY FOREST SOIL

Karimullin L. K., Vershinin A. A., Yu. Ignatiev A., Petrov A. M.

During the long experiment, the enzymatic activity of pure and oil polluted light gray forest soil was studied. The duration of the periods of activity and inhibition of enzymes at different initial content and duration of exposure to the pollutant has been established.

Keywords: oil, oil product, enzymatic activity, catalase, protease, urease, light gray forest soil.

Нефть представляет собой сложный комплекс, включающий в себя более тысячи различных веществ, многие из которых токсичны для педобионтов, а восстановление свойств почвы превращается в длительный процесс, требующий своевременного оперативного вмешательства. Самовосстановление почв загрязненных нефтью и нефтепродуктами зависит от различных природных и климатических факторов. Среди обязательных условий для возвращения нарушенных земель в хозяйственный оборот является восстановление биохимической активности почвенного микробиоценоза. В связи с этим возникает необходимость изучения ферментативной активности почв при разных начальных уровнях нефтяного загрязнения. На сегодняшний день наиболее перспективными показателями загрязнения почв признаны ферменты классов оксидоредуктаз, протеаз и гидролаз. Такие индикаторы активности почв адекватно отражают интенсивность разложения нефтяных загрязнений, дают возможность оценки антропогенного влияния, позволяют объективно контролировать и прогнозировать активность процессов самоочищения и восстановления свойств нефтезагрязненных почв и могут способствовать предотвращению дальнейшей деградации почвенных покровов [3, 5].

Целью данной работы являлось изучение динамики ферментативной активности светло-серой лесной почвы при различном начальном содержании нефти на разных сроках загрязнения.

Материалы и методы исследований. При проведении исследований нами были использованы образцы светло-серой лесной (ССЛ) среднесуглинистой почвы. Отбор проб был выполнен в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89. Подготовка проб к анализу осуществлялась в соответствии с ГОСТ 29269-91. Образцы почвы, после предварительного просушивания и удаления растительных остатков, просеивались через сита Винклера с диаметром ячеек 3 мм.

Опытные варианты с заданным содержанием поллютанта готовились путем искусственного загрязнения почвы весовым методом из расчета 5, 10, 15 и 20 % начального содержания нефти в почвенных образцах (варианты 5, 10, 15 и 20 %). Контролем служила незагрязненная ССЛ почва.

Продолжительность эксперимента составляла 4 года, в ходе которого в контрольных и опытных вариантах периодически определялась каталазная, уреазная и протеазная активность почв. В ходе эксперимента еженедельно осуществлялось рыхление почв. Влажность почвенных образцов поддерживалась на уровне 60 % от полной влагоемкости, температура окружающей среды составляла 19–24 °С. Уровень каталазной, уреазной и протеазной активности почвы определяли согласно [1, 6].

Исходная чистая почва характеризовалась следующими уровнями ферментативной активности: каталазная 0,16 мгН₂О₂/г; уреазная 0,45 мкг N/г*час; протеазная 222 мкгАк/г*сут. Внесение нефти в почву приводило к увеличению активности всех изучаемых ферментов.

В варианте, содержащем 5 % нефти, за период исследований уровень каталазной активности был в 6,5–9,5 раза выше, чем в контроле. В варианте, содержащем 10% поллютанта, скорость разложения пероксида водорода была в среднем в 1,4 раза ниже, чем в предыдущем и составляла 0,9–1,1 мг Н₂О₂/г. Снижение скорости биохимических реакций в опытном варианте с 10 % содержанием нефти, вероятно, связано с ответной реакцией микробоценоза исследуемой почвы на активное образование промежуточных метаболитов в ходе интенсивной биodeградации нефтяных углеводородов. В варианте, исходно содержащем 15 % нефти, в первый год эксперимента уровень каталазной активности был сопоставим с вариантом 5 %, однако дальнейшее увеличение сроков инкубации привело к снижению активности фермента до 0,05–0,29 мг Н₂О₂/г, что соответствовало значениям, полученным на 2–4-й годы эксперимента в варианте с 10 % содержанием нефти.

Вариант с 20 % содержанием поллютанта в первые 90 сут исследований характеризовался каталазной активностью, в 3–6,5 раза превышающей значения для чистой почвы. Снижение содержания легколетучих токсичных фракций нефти и увеличение срока инкубации данных почвенных образцов до 180–365 сут стимулировало интенсивность распада пероксида водорода, которая была в 21–23 раза выше значений для образцов нативной ССЛ почвы. Увеличение сроков инкубации до 2–4 лет приводило к ингибированию активности каталазы до значений контрольного варианта.

Ответной реакцией микробного пула на внесение нефти стало незначительное 1,2–1,5-кратное увеличение уреазной активности во всех опытных вариантах на 7-е сут после загрязнения. Дальнейшее увеличение времени инкубации до 30 сут привело к 6,3–8,1-кратному повышению интенсивности процессов разложения мочевины. Высокая активность уреазы сохранялась до 90 сут инкубации почвенных образцов (в 7,9–9,1 раза выше, чем в контроле), с дальнейшим снижением при увеличении времени эксперимента до 365 сут. Отмеченное в нефтезагрязненных почвах повышение активности фермента, относящегося к классу гидролаз, согласно данным ряда авторов, определяется повышением содержания в почве органического углерода, восстановительными условиями, наличием парафиновых углеводородов [2, 4]. На 2–4 год эксперимента скорость разложения мочевины всех испытанных вариантов почв снизилась до 0,1–0,6 мкг N/г*час и была сопоставима с активностью в контрольных образцах.

Протеолитическая активность в контроле и загрязненных нефтью вариантах ССЛ почв зависела от начальной дозы поллютанта и продолжительности их инкубации. На 7-е сут эксперимента интенсивность расщепления белков на полипептиды и аминокислоты в опытных образцах была в 1,1–1,8 раза выше, чем в контроле, и составляла 236–407 мкгАк/г*сут. Увеличение срока инкубации до 30–365 сут приводило к росту протеолитической активности в нефтезагрязненных образцах, уровень которой был в 1,7–3,5 раза выше, чем в контроле. Следует отметить, что в первый год инкубации высокие концентрации нефти в почве не ингибировали активность протеазы, тогда как на 2–4-й год эксперимента скорость расщепления белков в варианте 20 % составляла 0,1–0,6 от скорости их расщепления в контроле.

Выводы:

- ССЛ почва в вариантах с 5, 10 и 15 % начальным содержанием нефти характеризовалась высокой каталазной активностью.
- Опытные образцы почв с начальным содержанием нефти 20 % характеризовались повышенной активностью каталазы, которая отмечалась только в первый год инкубации. На 720-е сут в данном варианте, наблюдалось ингибирование каталазной активности почвы.
- Наиболее высокая урезная активность почвы при всех испытанных концентрациях нефти проявлялась в интервале 30–365 сут эксперимента при сохранении высокого уровня ферментативной активности практически до конца эксперимента.
- Загрязнение почвы нефтью приводило к значительному росту протеазной активности опытных образцов. При начальном 20 % содержании поллютанта на 2–4-й год эксперимента активность фермента снижалась до значений, составляющих 0,1–0,6 от контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вершинин А. А. Влияние нефтяного загрязнения на эколого-биологическое состояние различных типов почв / А. А. Вершинин, А. М. Петров, Л. К. Каримуллин, Ю. А. Игнатьев // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 8. – Т. 15. – С. 207–211.
2. Исмаилов Н. М. Микробиологическая и ферментативная активность нефтезагрязненных почв / Н. М. Исмаилов // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М. : Наука. – 1988.
3. Каримуллин Л. К. Ответная реакция микробных сообществ на нефтяное загрязнение почв / Л. К. Каримуллин, А. М. Петров, А. А. Вершинин // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2016. – № 2. – С. 49–50.
4. Киреева Н. А. Биологическая активность нефтезагрязненных почв // Н. А. Киреева, В. В. Водопьянов, А. М. Мифтахова. – Уфа : Гилем, 2001.
5. Петров А. М. Влияние остаточного содержания нефтепродуктов на состав и активность почвенного микробного сообщества / А. М. Петров, Л. К. Каримуллин, Т. В. Кузнецова, А. А. Вершинин, Р. Э. Хабибуллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 23. – С. 356–359.
6. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М. : Наука, 2005. – 252 с.

УДК 631. 41

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Середина Валентина Петровна, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ НИ Томский государственный университет, *Россия*, г. Томск, *seredina_v@mail.ru*

Носова Мария Владимировна, ФГБОУ НИ Томский государственный университет, *Россия*, г. Томск, *nsmvsh@mail.ru*

Рассматриваются результаты исследований нефтезагрязненных почв пойменных экосистем Западной Сибири. Проведено сопоставление загрязненных почв с фоновыми аналогами. Установлено, что нефтяное загрязнение нарушает функционирование естественных почвенных процессов и структурно-функциональную организацию основных параметров аллювиальных почв. Даны прогнозные рекомендации для проведения почвенно-экологического мониторинга и рекультивационных работ на данных почвах.

Ключевые слова: аллювиальные почвы, нефтяные месторождения, средняя тайга, почвенные свойства.

SOME ASPECTS OF THE RECULTIVATION OF OIL-POLLUTED SOILS IN THE CELLULAR ECOSYSTEMS IN CONDITIONS OF WESTERN SIBERIA

Seredina V. P., Nosova M. V.

This article reviews data of field and experimental soils' researches of West Syberia's flood-plain oil-contaminated ecosystems. A comparison of the state of contaminated soils with control samples. It's established that oil contamination disrupts stable functioning of natural process and structurally-functional organisation of alluvial soils'. Forecast recommendations for the remediation of these soils are given.

Keywords: alluvial soils, oil fields, middle taiga, soil properties.

Западная Сибирь – один из крупнейших регионов добычи нефти и нефтепродуктов, в почвенном покрове которого значительную площадь занимают рекультивированные почвы и образовавшиеся в результате разливов нефти хемоземы.

Интенсивность и скорость трансформации естественных почвенных процессов определяется устойчивостью к техногенным нагрузкам ландшафтно-геохимических систем. Данные параметры индивидуальны для каждого типа почв и могут варьировать в зависимости от их расположения в природной среде, приуроченности к различным звеньям каскадной системы и действующего на них набора факторов [2]. Особенности поведения и превращения углеводородов в почвенной толще весьма разнообразны и специфичны для тех или иных условий среды, поэтому их характеристика обладает высоким информативным потенциалом с точки зрения понимания и оценки происходящих в почве процессов [1]. При больших дозах загрязнения почва не способна самостоятельно вернуться к первоначальному естественному виду и набору свойств, а в ходе посттехногенных преобразований способна трансформироваться в чрезвычайно токсичный хемозем. Очевидным становится необходимость последовательной очистки таких почв от углеводородного поллютанта посредством проведения рекультивационных работ.

Несмотря на значительное количество работ, посвящённых исследованию воздействия нефтяного загрязнения на экологическое состояние почв таёжных элювиальных ландшафтов Западной Сибири [1–4], закономерности поведения нефтепродуктов, а также практические аспекты рекультивационных работ на почвах пойменных экосистем изучены слабо.

Цель данной работы – анализ особенностей влияния нефтяного загрязнения на свойства аллювиальных почв и возможность использования полученных данных для проведения восстановительных работ.

Объекты и методы. В ходе выполнения работы использовались следующие методы: сравнительно-географический, позволяющий установить связь между строением почв и соответствующего комплекса природных условий; профилно-генетический, характеризующий особенности морфологического строения почв и их классификационную принадлежность; химико-аналитический, выполненный с применением общепринятых методик. Содержание нефтепродуктов определялось флуориметрическим методом.

В соответствии с почвенно-географическим районированием объекты исследования располагаются в пределах Советского нефтяного месторождения среднетаёжной подзоны Западной Сибири. В ландшафтно-геохимическом отношении исследованные почвы занимают низкие ступени каскадной системы и находятся в аккумулятивной позиции центральной части поймы р. Оби.

Методика исследований включала сопряженный сравнительный анализ фоновых почв и почв, подверженных локальному нефтяному загрязнению в результате порыва нефтепровода. Контролем для оценки экологического состояния почв (фон) послужила аллювиальная серогумусовая типично-глееватая среднемелкая тяжелосуглинистая почва. Нефтезагрязненные почвы отбирались в эпицентре ореола свежего нефтяного разлива, а также в импактной зоне загрязнения и представлены хемоземами нефтезагрязненными по аллювиальной серогумусовой типично-глееватой почве.

Обсуждение результатов. Сравнение профилей фоновой и углеводородно-загрязненных почв показало, что в хемоземах выявляется ряд черт, возникших в результате нефтяного воздействия, которое привело к трансформации морфологического облика почвы: появление маслянистой пленки в почвенной массе, интенсивный запах нефти, цементация отдельных почвенных агрегатов и образование на поверхности почвы битуминозной корки.

Данные флуориметрического анализа указывают, что содержание нефтепродуктов в загрязненных почвах колеблется в пределах от 11,34 до 6,53 г/100 г почвы. Опираясь на разработанные в настоящее время классификации предельно допустимого содержания нефти и нефтепродуктов, можно отнести исследованные почвы к различным уровням загрязнения. В соответствии с регламентом показателей уровня загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами, разработанным Ю. И. Пиковским, изученные хемоземы имеют низкий уровень загрязнения. Однако классификация загрязнений почвогрунтов и нефтепродуктов по В. М. Гольдбергу позволяет отнести объекты исследования к умеренному уровню загрязнения углеводородными поллютантами [1].

В эпицентре разлива привнос углеводородов нефти в два раза увеличивает содержание общего органического углерода почв до 10,7 % по сравнению с фоновым аналогом (5,4 %). По мере удаления от эпицентра загрязнения к импактной зоне, как в латеральном, так и в радиальном направлениях, по мере увеличения глубины горизонтов происходит уменьшение нефтепродуктов в почвах. Следовательно, необходимо обеспечить возможность более глубокой агротехнической обработки почв, что ускорит восстановление аборигенной почвенной микрофлоры, улучшит аэрацию, водно-физические свойства, активизирует процессы естественной детоксикации поллютанта и позволит обработать биопрепаратом-деструктором нижние слои почвенных горизонтов.

Негативные последствия нефтезагрязнения для почвенной биоты проявляются не только в токсическом эффекте нефти, но и в резком изменении большинства водно-физических показателей, являющихся одними из важнейших параметров для благоприятного роста и развития растений на заключительном этапе рекультивации – фитомелиоративном посеве нефтестойких трав. В частности, значительно увеличивается влажность завядания растений: в фоновых образцах данная величина в 2 раза ниже (10,30 %), чем в свежезагрязненной почве эпицентра нефтяного пятна (22,48 %) и на периферии нефтяного разлива (20,98 %). Повышение данного параметра указывает на высокое содержание в почве влаги, недоступной для растений. По сравнению с фоном (7,70 %) возрастает количество сорбционной воды (максимальная гигроскопическая влага) в верхних слоях нефтезагрязненных почв (14,99 %). Колебания данных параметров в загрязнённых почвах происходят на фоне резкого сокращения диапазона активной влаги, вплоть до его полного отсутствия в корнеобитаемом слое. В условиях нефтяного загрязнения изменения в гидрологических константах указывают на приобретение почвой гидрофобных свойств, появление в гумусовых горизонтах влаги, недоступной для растений, и указывают на необходимость проведения дополнительных мелиоративных работ с возможностью дальнейшего мониторинга динамики изменения водно-физических свойств.

В процессе загрязнения происходит явление техногенного галогенеза. Анализ геохимического распределения солей указывает на то, что пик их содержания приходится на верхние горизонты эпицентра загрязнения (0,35 %) и на импактную зону (0,30 %). В характере профильного распределения солей наблюдается уменьшение их значений с глубиной почвенных горизонтов до 0,16–0,14 %. Тип химизма солей сульфатно-натриевый. Кроме того, битуминозные компоненты техногенных потоков формируют в корнеобитаемом слое токсичные соли – NaCl и Na₂SO₄.

Аллювиальные почвы являются конечными звеньями каскадно-геохимической системы и аккумулируют в себе поллютанты, поступившие в депрессию с элювиальных позиций ландшафта вместе с поверхностными водотоками или путём миграции нефти. Такое перераспределение загрязнителя в экосистеме формирует вторичный ореол накопления углево-

дородов и легкорастворимых солей, которые при промывном водном режиме почв будут мигрировать в грунтовые воды. Поэтому нефтезагрязненные почвы пойменных экосистем несут в себе большую опасность и даже после проведения рекультивационных работ нуждаются в мониторинге и контроле.

Заключение. На почвах, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, главной задачей биологической рекультивации является повышение их самоочищающей способности. В гумидных условиях Западной Сибири неблагоприятные условия для самовосстановления характерны для всех техногенно загрязненных почв, однако в почвах пойменных экосистем, где длительный период сохраняется фитотоксичность почвы, препятствуя нормальному функционированию всего биогеоценоза, эти процессы наиболее сложны и длительны. Поэтому аллювиальные почвы нуждаются в особом подходе при реализации биологического этапа рекультивации, так как существующие в настоящее время стандарты проведения восстановительных работ не могут в полной мере обеспечить восстановление почвой своих свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Середина В. П. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация / В. П. Середина, Т. А. Андреева, Т. П. Алексеева, Т. И. Бурмистрова, Н. Н. Терещенко. – Томск : Изд-во ТПУ, 2006. – 270 с.
2. Середина В. П. Характер изменения свойств почв нефтезагрязненных экосистем в условиях гумидного почвообразования / В. П. Середина, А. И. Непотребный, М. Е. Садыков // Вестник КрасГАУ. – № 10. – 2010. – С. 49–54.
3. Seredina V. P. The soils of West Siberia middle taiga oil deposits and a predictive estimate of contamination hazard with organic pollutants / V. P. Seredina, M. E. Sadikov // Contemporary Problems of Ecology. – 2011. – V. 4. – № 5. – P. 457–461.
4. Середина В. П. Особенности влияния нефтяного загрязнения на почвы средней тайги Западной Сибири / В. П. Середина, Е. В. Колесникова, В. А. Кондыков, А. И. Непотребный, С. А. Огнев // Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 5. – С. 108–112. – DOI 10.248887/0028-2448-2017-5-108-122.

УДК 504.064.47:628.4

ТЕХНОГЕННЫЙ ГРУНТ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОБЪЕКТОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩЕЮ СРЕДУ

Сорока Наталья Васильевна, ассистент кафедры экологии, природопользования и биологии, ФГБОУ ВО Омский ГАУ, инженер по охране труда и экологии ООО «ОКК «Норма плюс», Россия, Омск, Inetli@mail.ru

Синдирева Анна Владимировна, доктор биол. наук, заведующая кафедрой Геоэкологии ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», Россия, Тюмень, sindireva72@mail.ru

Исследования, представленные в статье, посвящены разработке оптимального состава техногенного грунта для рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) и оценке его безопасности. Объектом исследования стали промышленные отходы IV–V класса опасности; техногенный грунт 3 видов, состоящий из компонентов в соотношении: почвогрунт 85 % и отсев 15 % (как альтернатива ил 15 % или зола 15 %); тест-культура кресс-салат (*Lepidium sativum*); тест-объекты простейшие инфузории (*Paramecium caudatum*) и ракообразные цериодафнии (*Ceriodaphnia affinis Lilljeborg*). Проведенные исследования представленных техногенных грунтов подтверждают эффективность использования отходов IV–V класса опасности для рекультивации полигонов.

Ключевые слова: рекультивация, почва, почвогрунт, грунт, отходы, ил, зола, биотестирование.

TECHNOGENIC SOIL FOR REMEDIATION OF FACILITIES THAT HAVE A NEGATIVE EFFECT ON THE ENVIRONMENT

Soroka N. V., Sindireva A. V.

The article is devoted to the development of the optimal composition of man-made soil for reclamation of solid municipal waste (MSW) landfills and assessment of its safety. The object of research are industrial wastes of IV–V class of hazard; man-made soil 3 types consisting of the components in the ratio of the soil is 85 % and dropout rate of 15 % or II 15 % or ash 15 %; test-culture of garden cress (*Lepidium sativum*); test objects of ciliate protozoa (*Paramecium caudatum* Ehrenberg) and crustaceans *Ceriodaphnia* (*Ceriodaphnia affinis* Lillijeborg). The conducted research of technogenic soil confirms the effectiveness of the use of waste IV-V hazard class for the reclamation of landfills.

Keywords: rekultivatsiya, pochva, pochvogrunt, grunt, othodyi, il, ash.

Проблема рекультивации является одной из актуальных экологических проблем в мире. При закрытии полигонов ТКО неизбежна потребность в рекультивации для возвращения земель в пригодное для эксплуатации состояние [1, 2]. Основной экологической и экономической проблемой при рекультивации является дефицит почвогрунтовых ресурсов для создания рекультивационных покрытий. Использование отходов при рекультивации полигонов ТКО позволяет решить несколько задач одновременно: возможность использования техногенных грунтов из промышленных отходов IV–V классов опасности, предотвратить накопление промышленных отходов и негативного влияние полигона на окружающую среду [3, 4, 5, 6].

В связи с этим целью данной работы является подбор оптимального состава грунтов из отходов IV–V классов, компонентов техногенного грунта, используемого в дальнейшем для биологического этапа рекультивации ТКО, оценка экологической безопасности подобных грунтов.

Объектами исследования являлись отходы IV–V классов опасности, смеси техногенных грунтов, тест-культура кресс-салата (*Lepidium sativum*), тест-объекты простейшие инфузории (*Paramecium caudatum* Ehrenberg) и ракообразные цериодафнии (*Ceriodaphnia affinis* Lillijeborg). Исследования проводились в 2017–2018 годах.

Для разработки техногенного грунта использовались следующие виды отходов: почвогрунт – грунт, образовавшийся при проведении землеройных работ, не загрязненный опасными веществами; отходы при дроблении лома бетонных, железобетонных, керамических, кирпичных изделий (далее отсев); отход (осадки) водоподготовки при механической очистке природных вод (далее ил); золошлаковая смесь от сжигания углей (далее зола).

Анализ отходов и готовых смесей грунтов проводился по следующим показателям: рН солевой, гумус, нитратный азот, подвижные фосфор и калий, содержание тяжелых металлов (ТМ), нефтепродуктов (НФП). Исследования проведены в ФГБУ ЦАС «Омский». Токсикологический анализ компонентов и готовых смесей грунтов проводился в Судебно-экспертном частном учреждении (СФО НАЛ) с применением простейших инфузорий и низших ракообразных цериодафний [7]. По окончании исследований проведена математическая обработка данных.

Первым этапом исследований была оценка химического состава и токсичности отходов, а также характеристика гранулометрического состава почвогрунта, отсева, ила и золы (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Характеристика гранулометрического состава компонентов для приготовления смесей

Наименование компонента	Содержание фракций, %						
	1–0,25 мм	0,25–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	< 0,001 мм	< 0,01 мм
Почвогрунт	7,20	61,1	11,6	3,90	5,50	10,7	20,1
Ил	0,20	17,3	35,8	11,0	18,5	17,2	46,7
Отсев	13,9	68,8	6,90	1,90	1,90	6,60	10,4

Использование золы зависит не только от ее химического состава, но и от физических параметров. В таблице 2 приведены усредненные данные о содержании различных фракций в зольных отходах.

Таблица 2 – Гранулометрический состав зольных отходов г. Омска

Место отбора	Содержание фракций, %								
	10–2,0 мм	2,0–1,0 мм	1,0–0,5 мм	0,5–0,25 мм	0,25–0,1 мм	0,1–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	<0,005 мм
Золоотвалы ТЭЦ 4 и 5	0–1,8	0–3,1	0,1–2,7	0,2–4,6	9,3–21,5	6,8–19,3	25,4–53,6	6,9–34,1	1,0–5,9

По результатам оценки гранулометрического состава компонентов грунта установлено, что почвогрунт представляет собой суглинок легкий пылевато-песчаный; отсев – супесь пылевато-песчаную; ил – суглинок тяжелый крупнопылеватый; зола представляет собой пылеватую смесь (порошок) с преобладающим размером частиц менее 0,25 мм, что составляет более 60 % от всего фракционного состава.

Для качественной оценки почвогрунта, ила, отсева и золы проводился их химический анализ (таблицы 3, 4). Для сравнительной оценки с гигиеническими нормативами применен ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.7.2511-09 [8, 9].

Таблица 3 – Агрохимическая характеристика компонентов техногенного грунта

Показатель	Почвогрунт	Ил	Зола	Отсев
рН солевой, ед. рН	6,90	4,78	8,36	8,27
Гумус, %	3,46	2,42	3,56	---
Азот нитратов, мг/кг	2,50	12,5	-	2,0
Подвижный фосфор, мг/кг	72,0	61,0	-	76,0
Подвижный калий, мг/кг	33	168	-	276

Таблица 4 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов и нефтепродуктов в компонентах техногенного грунта, в мг/кг

Наименование компонента	Hg	As	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	НФП
ПДК	2,1*	10*	6,0	2*	3,0	23,0	4,0	не более 1000
Почвогрунт	0,006	5,40	0,73	0,048	0,16	0,32	0,82	< 5
Ил	0,024	12,2	2,23	0,230	0,53	0,31	1,54	13,0
Зола	0,071	12,2	0,52	0,021	0,51	1,53	0,61	–
Отсев	0,025	4,0	2,58	0,091	1,28	13,2	0,98	--
*ПДК (ОДК) по ртути, мышьяку и кадмию представлено для валового содержания [8, 9]								

По результатам лабораторных исследований компонентов грунта можно отметить, что уровень кислотности в почвогрунте близок к нейтральному, в иле среднекислый, а золе и отсева среднешелочной; массовая доля органического вещества соответствует нормативным показателям; содержания подвижного фосфора, калия и нитратного азота в почвогрунте, отсева и иле недостаточно; также можно отметить превышение ПДК по мышьяку в иле и золе в 1,22 раза.

Экспериментальная оценка токсичности предполагаемых компонентов техногенного грунта проведена в соответствии с «Критериями отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» (утвержденными Приказом Минприроды России от 04.12.2014 г. № 536). Результаты биотестирования показали, что почвогрунт, ил и отсев в исходном разведении не остро токсичны для используемых в анализе тест-объектов простейших (парамеций) и низших ракообразных (циериодафний) и данные компоненты соответствует V (пятому) классу опасности для окружающей среды, а зола соответствует IV (четвертому) классу опасности. Таким образом, проведенные лабораторные испытания свидетельствуют о безопасности компонентов и их возможности использования для получения рекультивационного грунта.

На втором этапе исследования были приготовлены техногенные грунты и проведена их химическая и токсикологическая оценка. В соответствии с проведенными исследованиями была приготовлена смесь грунта с разным содержанием компонентов: 1 – образец со-

держит почвогрунт 85 % и отсев 15 %; 2 – образец содержит почвогрунт 85 % и ил 15 %; 3 – образец содержит почвогрунт 85 % и золу 15 %.

Для оценки качества приготовленных грунтов проводился лабораторный анализ по показателям: рН солевой, гумус, сумма поглощенных оснований, нитратный азот, подвижный фосфор, подвижный калий, содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов (таблица 5, б).

Таблица 5 – Агрохимическая характеристика техногенного грунта

№ образца	рН солевой, ед.рН	Гумус, %	∑ поглощенных оснований	Азот нитратов, мг/кг	Подвижный фосфор, мг/кг	Подвижный калий, мг/кг
1	7,57	2,92	10,2	3	53	396
2	6,02	2,87	12,2	6,25	38	402
3	7,35	3,85	9,6	5,50	201	371

По результатам лабораторных исследований можно отметить, что уровень кислотности в пробах нейтральный; массовая доля органического вещества в пределах 3–4 %, что свидетельствует о высокой биоактивности проб грунта; сумма поглощенных оснований во всех образцах соответствует норме; содержание соединений азота в испытуемых пробах является недостаточным; в образце 3 отмечено повышенное содержание подвижного фосфора, в остальных же пробах фосфор в недостатке; содержание подвижного калия высокое во всех образцах. Недостаток или избыток таких элементов питания характерны для почв региона Омской области.

Таблица 6 – Содержание подвижных форм тяжелых металлов и нефтепродуктов в техногенных грунтах

№ образца	Содержание, мг/кг							
	Hg	As	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	НФП
ПДК	2,1*	10*	6,0	2*	3,0	23,0	4,0	не более 1000
1	< 0,015	3,50	0,63	0,064	0,10	1,17	0,71	80
2	0,021	5,10	0,97	0,059	0,11	0,41	0,54	8
3	0,027	3,70	0,66	0,057	0,09	0,63	0,56	< 5

*ПДК (ОДК) по ртути, мышьяку и кадмию представлено для валового содержания [8, 9].

Согласно данным таблицы 6, превышения установленных ПДК по тяжелым металлам и нефтепродуктам отсутствуют, несмотря на то, что в компонентах ила и золы ранее было отмечено небольшое превышение по мышьяку, но за счет разбавления произошло снижение содержания этого элемента.

Экспериментальная оценка токсичности образцов техногенного грунта методом биотестирования с применением тест-объектов простейших (парамеций) и низших ракообразных (циериодафний), показала, что грунты не представляют опасности для окружающей среды.

В заключение следует отметить, что в современных условиях происходит интенсивное развитие промышленной деятельности и жилищно-коммунального комплекса, в результате чего образуются большие объемы отходов. Их необходимо максимально эффективно использовать, в частности, для повышения плодородия почв и продуктивности возделываемых на них растений, а также в качестве основных компонентов для создания техногенных грунтов в целях восстановления нарушенных земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорока Н. В. Оценка экологической безопасности использования отходов при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов / Н. В. Сорока, А. В. Синдирева, Д. А. Мельников // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (30).
2. Сорока Н. В. Перспективы использования побочных продуктов промышленного производства для рекультивации техногенно-нарушенных земель / Н. В. Сорока, А. В. Синдирева // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (30).

дирева, Д. А. Мельников // Экологические чтения – 2018 : Междунар. науч.-практ. конф. посвящается 100-летию образования Омского государственного аграрного университета им. П. А. Столыпина (4–6 июня 2018 г.) – Омск : ЛИТЕРА, 2018.

3. Сорока Н. В. Оценка экологической безопасности техногенного грунта для проведения рекультивации / Н. В. Сорока, А. В. Синдирева, Д. А. Мельников // Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах : материалы III Международной школы-семинара молодых исследователей /г. Тюмень, 23–28 апреля 2018 г. – Тюмень : Издательство ТюмГУ, 2018.

4. Синдирева А. В. Использование газонных трав для фиторемедиации почв, загрязненных нефтепродуктами / А. В. Синдирева, С. Б. Ловинецкая, В. В. Гейс // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016.– № 1 (21). – С. 92–97.

5. Синдирева А. В. Влияние нефтепродуктов на фитотоксичность почвы / А. В. Синдирева, С. Б. Ловинецкая, М. Ю. Кошелева., В. В. Гейс // Всемирный день охраны окружающей среды (Экологические чтения – 2015) : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (5 июня 2015 г.). – Омск : Изд-во АНО ВПО «Омский экономический институт», 2015.– С. 225–233.

6. Поползухина Н. А. Реализация концепции экологического образования в интересах устойчивого развития / Н. А. Поползухина, А. В. Синдирева // Технологическое образование и устойчивое развитие региона. – 2010. – Т. 1. – № 1–1 (1). – С. 189–194.

7. Методика токсикологического анализа с применением простейших инфузорий (ФР.1.39.2006.02506) и низших ракообразных цериодафний (ФР.1.39.2007.03221).

8. ГН 2.1.7.2041-06. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве».

9. ГН 2.1.7.2511-09. «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве».

УДК 631.618: 581.5

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НАРУШЕННЫХ ГРУНТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Лобойко Владимир Филиппович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Волгоград, loboykovf@yandex.ru

Подковыров Игорь Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», **Россия**, г. Волгоград, agrosad@inbox.ru

Вдовенко Анастасия Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», **Россия**, г. Волгоград, anastasiya.vdovenko@mail.ru

В статье приведены результаты оценки состояния лекарственных древесно-кустарниковых видов в условиях нарушенных нефтеперерабатывающими предприятиями грунтов. Исследования проведены на базе ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» в 2017–2018 гг. Установлено, что при рекультивации почв, нарушенных хозяйственной деятельностью нефтеперерабатывающего предприятий, возможно использовать лекарственные и плодово-ягодные растения.

Ключевые слова: рекультивация, лекарственные растения, нефтяное загрязнение почвы, плодово-ягодные растения, рост, приживаемость саженцев.

ESTIMATION OF THE CONDITION OF DRUG TYPES OF WOOD-BUSH PLANTS UNDER CONDITIONS OF BREACHED SOILS OF OIL REFINING ENTERPRISES

Loboyko V. F., Podkovyrov, I. Yu., Vdovenko A. V.

The article presents data on assessing the state of medicinal trees and shrubs in the conditions of soils disturbed by oil refineries. The studies were conducted on the basis of LLC LUKOIL-Volgoградneftepererabotka in 2017-2018. It has been established that it is possible to use medicinal and fruit plants for the recultivation of soils disturbed by the economic activities of the refineries.

Key words: reclamation, medicinal plants, oil pollution of soil, fruit and berry plants, growth, survival of seedlings.

Введение. Современные промышленные производства зачастую образуют территории с нарушенными и загрязнёнными почвами, которые выводятся из хозяйственного оборота, но вполне могут использоваться для различных целей [1]. Почвы, загрязненные продуктами нефтепереработки, необходимо рекультивировать для дальнейшего их использования, тем более для выращивания на них древесно-кустарниковых видов. Биологическая рекультивация загрязненных земель позволяет улучшить, а иногда и восстановить их почвенное плодородие [3–5].

На участке исследований очистных сооружений ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», на которой ранее располагались шламонакопители, уже имеется положительный опыт выращивания устойчивых кустарников (тамарикс, карагана и др.). Территория рекультивируемых шламонакопителей зарастает аборигенными видами трав, обладающих высокими адаптационными свойствами, что даёт основания полагать, что возможно выращивание древесно-кустарниковых видов на данном участке [1, 8].

Известны свойства кустарников из семейств *Rosaceae* и *Elaeagnaceae* обладающих почвоулучшающими свойствами. Их листья быстро перерабатываются микроорганизмами, образуя мягкий гумус, повышающий плодородие почв, и, как следствие, создают более благоприятные условия для развития полезной микрофлоры [5].

Целью наших исследований являлась оценка состояния интродуцированных растений в условиях нарушенных хозяйственной деятельностью нефтеперерабатывающего предприятия грунтов и выявления их пригодности для выращивания лекарственных и плодово-ягодных растений.

Методика исследований. Растения высаживали в гребни из подготовленного грунта (высотой 0,5 м, шириной 1,0 м). Под гребни укладывалась полиэтиленовая плёнка, орошение на данном участке – капельное, использовалась техническая вода.

Оценка состояния древесно-кустарниковых видов на опытном участке, а также агрохимические показатели почв изучались по общепринятым методикам [1–8].

Физико-химический анализ почвы осуществлялся в лаборатории ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет». В ходе анализа определялись гранулометрический состав, содержание гумуса и солей и показатели рН.

В опыте участвовали 5 видов кустарников: арония черноплодная (*Arónia melanocárpa*), роза собачья (*Rósa canína*), боярышник мягковатый (*Crataegus submollis*), облепиха крушиновинная (*Hippóphae rhamnóides*), черёмуха виргинская (*Prúnus virginiana*).

В результате исследований (2017–2018 гг.) было установлено, что состав грунтов на участке сложный, что в основном обусловлено разнообразием завезённого грунта и результатами хозяйственной деятельностью предприятия. Выявлено 3 разновидности грунтов различного гранулометрического состава и степени засоления. Наиболее существенное влияние на плодово-ягодные культуры оказывает содержание различных химических соединений в верхнем горизонте, что напрямую отражается на приживаемости растений, их росте и развитии [2]. Почвы шламовых накопителей, не подвергшихся рекультивации, представля-

ют собой среднесуглинистый бесструктурный пылеватый грунт тёмно-серого цвета с различным содержанием солей (таблица 1).

Таблица 1 – Основные характеристики почв на участке исследований (нарушенный грунт в междурядье)

№ образца	Характеристика	Содержание солей, г/л	pH
1	Тёмно-серый, комковатый, призматической структуры, частицы 1–5 мм, белёдые включения карбонатов, слежавшийся, разнородный	0,135	8,3
2	Тёмно-серый с коричневым оттенком, пылеватый, бесструктурный, частицы 1–2 мм, отдельные комки 2–3 мм, плотный, сухой	0,154	8,4
3	Тёмно-бурый, бесструктурный, частицы до 1 мм, однородный, влажноватый суглинок	0,173	8,3
4	Тёмно-коричневый пылеватый бесструктурный, частицы 1–3 мм, однородный, влажный, слежавшийся	0,109	8,6
5	Тёмно-бурый, однородный, частицы 2–5 мм, сухой, с мелкими белыми включениями карбонатов	0,286	8,2

Таблица 2 – Основные характеристики почв на участке исследований (рекультивируемые завезенные грунты в гребнях)

№ образца	Характеристика	Содержание солей, г/л	pH
1	Светло-коричневый, призматической структуры, частицы 3–5 мм различаются по тону, имеются белёдые включения карбонатов	0,484	8,5
2	Тёмно-коричневый, комковатый, частицы 3–5 мм, призматической структуры со светлыми включениями карбонатов	0,596	8,2
3	Светло-коричневый белёсый, комковатой структуры, частицы 2–5 мм, однородный, без включений	0,197	8,4
4	Тёмно-коричневый комковатый призматической структуры, частицы 1–5 мм, белёдые включения, слежавшийся, разнородный	0,187	8,4
5	Коричневый, разнородный по цвету, белые редкие включения карбонатов, комковатой структуры, частицы 2–5 мм	0,222	8,4

Оба типа грунтов имеют одинаковую слабо щелочную реакцию pH – 8,2–8,6, при таких характеристиках среды возможно выращивать большинство лекарственных и плодово-ягодных деревьев и кустарников.

Количество легкорастворимых солей в водной вытяжке из завезённых грунтов составило 0,187–0,596 г/л. Преобладают слабозасолённые грунты с показателем содержания солей менее 0,250 г/л. Содержание легкорастворимых солей в грунте междурядий находится на достаточно низком уровне в пределах 0,109–0,286 г/л. По всей видимости, остаточные загрязнители связывают соли в комплексные нерастворимые соединения, не доступные для растений [5].

Оценка состояния высаженных растений, проведенная в весенний период 2017 г. показала их высокую приживаемость – более 96 % и сохранность от 75 до 100 % в зависимости от вида растений. Состояние растений после зимы 2017–2018 г., которая отличалась комплексом неблагоприятных условий, оказалось значительно хуже, чем их состояние после зимы 2016–2017 г. В лучшем состоянии в течение 2 лет исследований находились растения облепихи крушиновидной, боярышника мягковатого и черемухи виргинской (сохранность более 95 %), состояние оценивалось в 4,5–4,8 балла. Наихудшее состояние было у аронии черноплодной (сохранность менее 75 %), состояние оценивалось в 3,0 баллов. Лучшая приживаемость растений также отмечена у шиповника, облепихи и черемухи (более 75 %).

К концу вегетационного периода 2018 г. опытные растения достигли удовлетворительных показателей роста (таблица 3).

Биомасса надземной части саженцев также различалась у разных видов растений. При рекультивации техногенно нарушенных земель этот показатель имеет большое значение. Чем больше образуется органического вещества растениями на поверхности почвы, тем

легче и интенсивнее происходят микробиологические процессы в верхнем горизонте грунта. Это приводит к быстрому накоплению органического вещества и формированию запаса питательных веществ для роста растений в грунте. Наибольший показатель по этому признаку имели облепиха и шиповник, образовавшие множество новых листьев. Черёмуха занимала промежуточное положение. Боярышник мягковатый и арония черноплодная имели маленькую зелёную массу в первый год роста – ниже среднего значения в 2,4–2,8 раз, что также указывает на слабый рост.

Таблица 3 – Характеристика роста плодово-ягодных и лекарственных культур на опытном участке

Виды растений	Средняя высота, м	Количество листьев, шт.	Количество приростов, шт.	Биомасса надземной части, г
<i>Arónia melanocárpa</i>	73,0	67,7	11,0	89,4
<i>Rósa canína</i>	44,7	95,6	9,0	348,1
<i>Crataegus submollis</i>	70,6	34,0	10,0	76,1
<i>Hippóphae rhamnóides</i>	44,3	588,0	19,0	421,8
<i>Prúnus virginíana</i>	104,7	68,7	7,0	135,2
Среднее значение	67,4	170,8	11,2	214,1

В целом необходимо отметить высокую адаптационную способность интродуцированных видов растений и пригодность рекультивируемых грунтов для выращивания лекарственных и плодово-ягодных древесно-кустарниковых видов на данном этапе исследований. Негативного влияния нефтешламов на растения на начальном этапе исследований не выявлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронина В. П. Оценка воздействия антропогенно трансформированных почв на рост и биопродуктивность сельхозкультур / В. П. Воронина, А. Ю. Бирюков, Р. В. Ведилин, А. В. Инякин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2 (42). – С. 49–56.
2. Кирпо Н. И. Экология почв в мелиоративном земледелии Нижнего Поволжья (теория и практика) монография / Н. И. Кирпо, В. Ф. Лобойко. – Волгоград : Волгоградская гос. с.-х. акад., 2010. – 119 с.
3. Коваль В. Т. Новая методика расчета производственных резервов и эффективность природопользования на крупных промышленных предприятиях / В. Т. Коваль, Т. Ю. Калинин, И. И. Алборов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М. : МГГУ. – № 2. – 1997.
4. Литвинов Е. А. Интродукция перспективных плодово-ягодных и декоративных культур в условиях Северного Прикаспия / Е. А. Литвинов, А. В. Вдовенко, С. И. Калмыков // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2008. – № 5. – С. 34–36.
5. Лобойко В. Ф. Исследование влияния шламов нефтеперерабатывающих предприятий на рост и развитие лекарственных и плодово-ягодных растений / В. Ф. Лобойко, А. В. Карпов, И. Ю. Подковыров, А. В. Вдовенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 3 (51). – С. 105–111.
6. Семенютина А. В. Кластерная методика определения успешности интродукции древесных растений родовыми комплексами / А. В. Семенютина, И. Ю. Подковыров, М. А. Цембелев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1 (37). – С. 56–61.
7. Трофимов С. Я. О динамике органического вещества в почвах / С. Я. Трофимов // Почвоведение. – 1997. – № 9. – С. 1181–1186.
8. Semeniyutina A. V. Mathematical justification of the selection of woody plants biodiversity in the reconstruction of objects of gardening / A. V. Semeniyutina, I. Y. Podkovyrov, A. S. Huzhahmetova, V. A. Semeniyutina, G. V. Podkovyrova // International Journal of Pure and Applied Mathematics. – 2016. – Т. 110. – № 2. – С. 361–368.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТОКСИЧНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ТЕРРИТОРИЙ

Кадырова Эльмина Мусрат, кандидат химических наук, доцент, Бакинский Государственный Университет, г. Баку, *Азербайджан*, *elmina2010@mail.ru*

В некоторых регионах Азербайджана проводился экологический мониторинг, после чего проанализировали химический состав сырой нефти из районов Сиязана и 28 Мая. Был определен уровень загрязнения нефтью этих районов. В то же время в морских водах, взятых в районах Говсан и Гюнешли были проанализированы органические токсичные вещества с помощью газовой хроматографии.

Ключевые слова: сырая нефть, органическое вещество, газовая хроматография, мониторинг окружающей среды.

ECOLOGICAL MONITORING OF TERRITORIES POLLUTED BY TOXIC SUBSTANCES

Gadirova E. M.

Environmental monitoring has been carried out in the regions of Azerbaijan, chemical analysis of crude oils taken from Siyazan and May 28 has been conducted, and the degree of oil contamination of these areas has been determined. At the same time, the offshore waters of Hovsan and Gunashli regions have been taken and organic toxic substances have been identified in its content with the help of chromatographic analysis.

Key words: crude oil, organic substance, gas chromatography, environmental monitoring, region and so on.

Introduction. Protection of the environment, the prevention toxicants entering atmosphere is one of the main problems of the nowadays. The pollution of the atmosphere and hydrosphere is one of the primary conditions that contribute to contamination of the lithosphere layer. Global pollution of the environment occurs as a result of the negative effects of chemicals, technological processes and motor transport. Just as a result of this, the existence of the greenhouse effect, the formation of the ozone hole, and the observation of the increase in Earth's temperature warn us about the serious pollution of the environment [1]. It is known from literature that every year 6mln tons of oil and oil products are discharged to the world ocean. Though soil extraction happens relatively late than the water and air flow, its cleaning requires a lot of time. For example; 20-30 years are required for the cleaning of soil contaminated with smoke gases, and 100 years for the treatment of contaminated soil with heavy metals (Hg, Cd, Pb). Despite the use of other additives instead of Pb (C₂H₅)₄ added to the fuel, lead oxidants is commonly found in soil contamination. The degradation of the soil, the destruction of its natural structure, occurs mainly due to its organic substances. The permissible concentration of toxic substances in the products that are contaminated with polyaromatic hydrocarbons (PAHS) is higher than the norm, which is undesirable [2]. The same problems are experienced in Azerbaijan. Thus, excessive pollution of the surrounding areas near the oil fields prevents the use of these lands effectively. The hydrocarbon and lithosphere contamination with PAHS is one of the main symptoms of cancer disease through the food chain [3]. The article considers the quality of crude oil and sea waters through chemical analysis taken from Azerbaijani regions for environmental protection.

Experimental part and explanation of the results. Crude oil were extracted from two regions of Azerbaijan – Siyazan, 28 May and their chromatographic analysis was carried out. At the same time, water samples has been taken for analysis from the two sites: Guneshli and Hovsan coasts at depths of 0.5 m from the sea level with the "12 L Niskin" sampler. Quality analysis of crude oils were carried out with A flame-ionizing GC equipped with ZB-1 (Phenomenex, USA) - FID 6890 (Agilent, USA) gas chromatographic detector. In the analysis, helium was used as a gas-bearing agent.

Chromatographic analysis of oil from three regions of Azerbaijan (Siyazan and May 28) was carried out. The determination of the chemical analysis of these oils, as well as the determination

of organic toxic substances in offshore waters from Guneshli and Hovsan fields was implemented with the support of the Caspian Ecology Laboratory.

The chemical analysis of crude oil gives us a reason to say that the sulfur content in our local oil ranges from 0.2 to 0.3%. This is not a big indicator, and this is one of the superior features of our oil. However, the little amount of sulfur content of the oil has environmental problems [4]. Car engines working with such oil fractions produce sulfuric gases into the environment by contaminating the atmosphere, causing greenhouse effect. Therefore, even the least sulfur content is not satisfactory. There are various methods to reduce sulfur content in the oil. The gas chromatographic analysis of crude oil from the three regions of Azerbaijan is shown below (Figure 1–2).

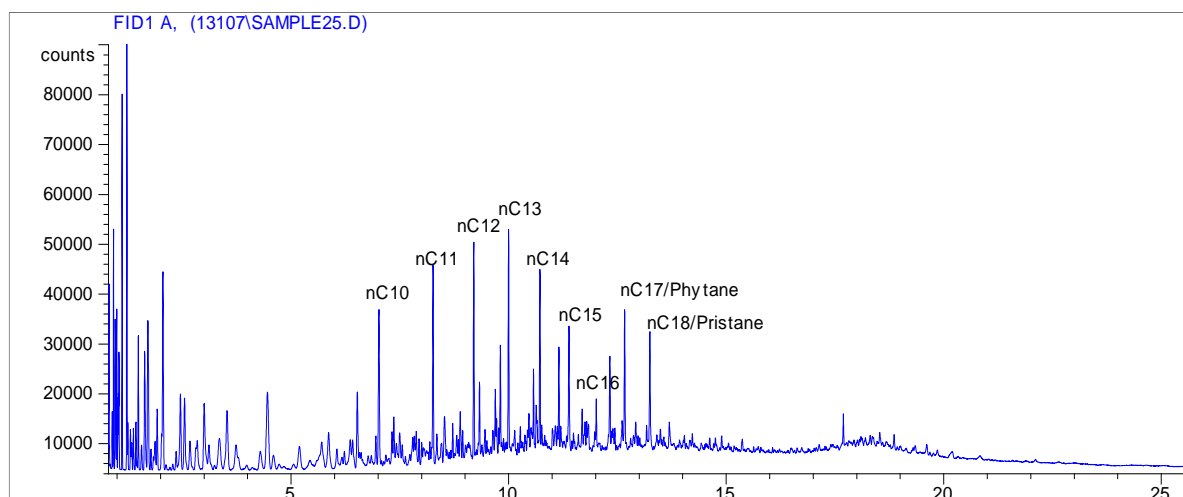


Figure 1 –Gas chromatographic analysis of 28 May oil

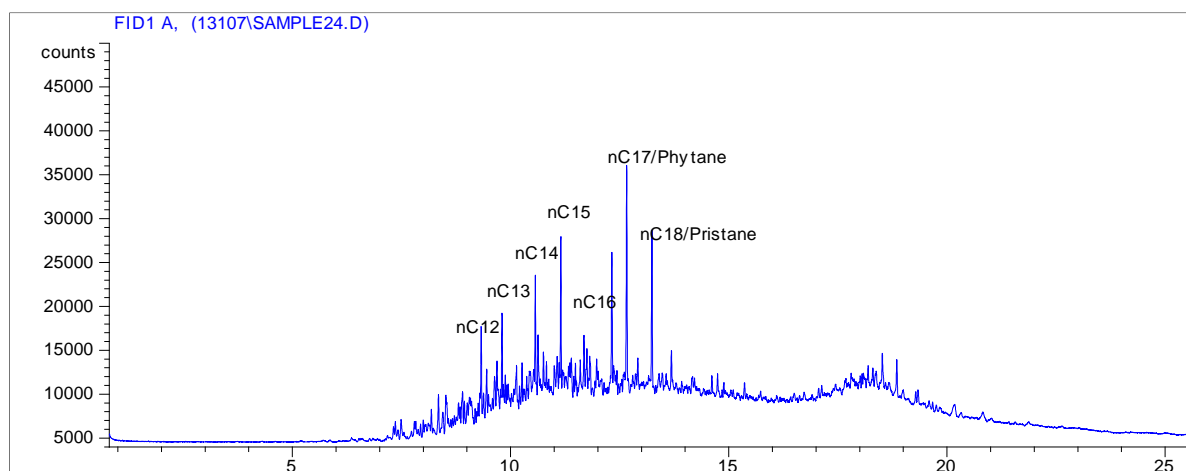


Figure 2 – Gas chromatographic analysis of Siyazan oil

Although the composition of crude oil mainly consists of alkanes and naphthenes, mainly composed of C_{10} - C_{16} alkanes, aromatic hydrocarbons are formed as a result of transformation processes in the content of oil. The presence of salt over norm in the analysis of seawater and the nearness of the pH to the alkaline environment suggests that their composition is contaminated with organic and inorganic compounds[5]. At the same time, the content of water contaminated with oil and oil products has been determined by us, and analysis has been carried out to establish the toxic components from organic origin. For this purpose, water samples from the two parts of the Absheron peninsula: from the Guneshli field and the Caspian Sea near Hovsan were taken. As a result of this water analyzes, the content of these organic substances has been clarified and chromatographic analysis is done, and the results are given in table 1 and figure 3-4.

Table 1 –Organic content of water samples taken from Guneshli Field and Hovsan territory

Polysilic aromatic hydrocarbons , $\mu\text{g/l}$	Guneshli field	Hovsan
Fluoranten	0,010	0,015
Benz (a) anthracene	<0,011	0,004
The chrezen	0,023	0,012
Benz (b + j + k) fluorantene	0,012	0,031
Benz (a) pyrene	0,013	0,015
Inden (1,2,3-cd) pyrene	<0,012	<0,014
Benz (ghi) perilen	<0,010	<0,012

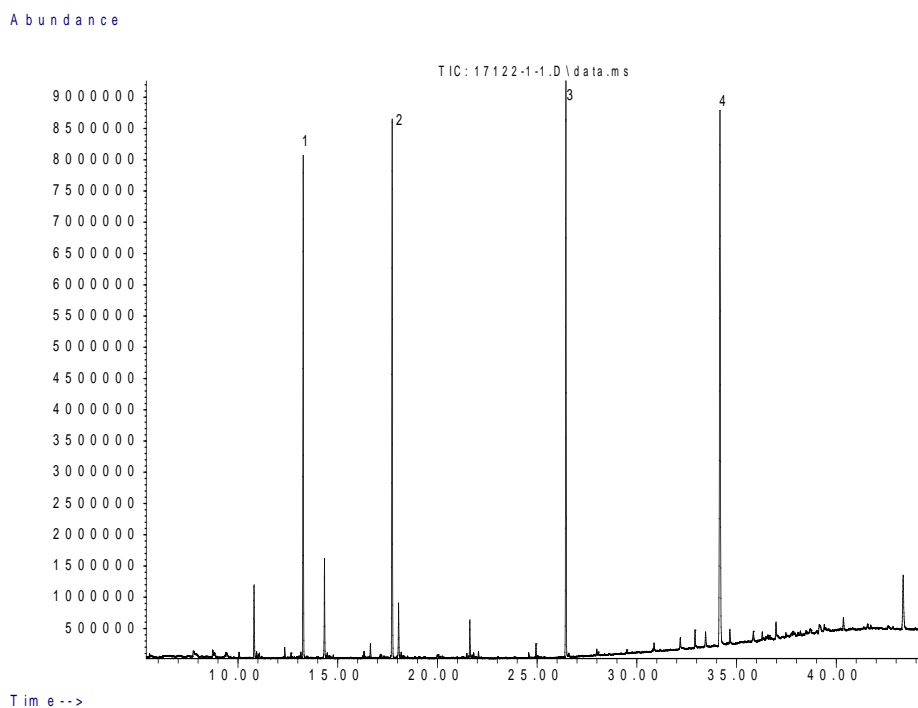


Figure 3 –Chromatographic analysis of water samples taken from Guneshli field

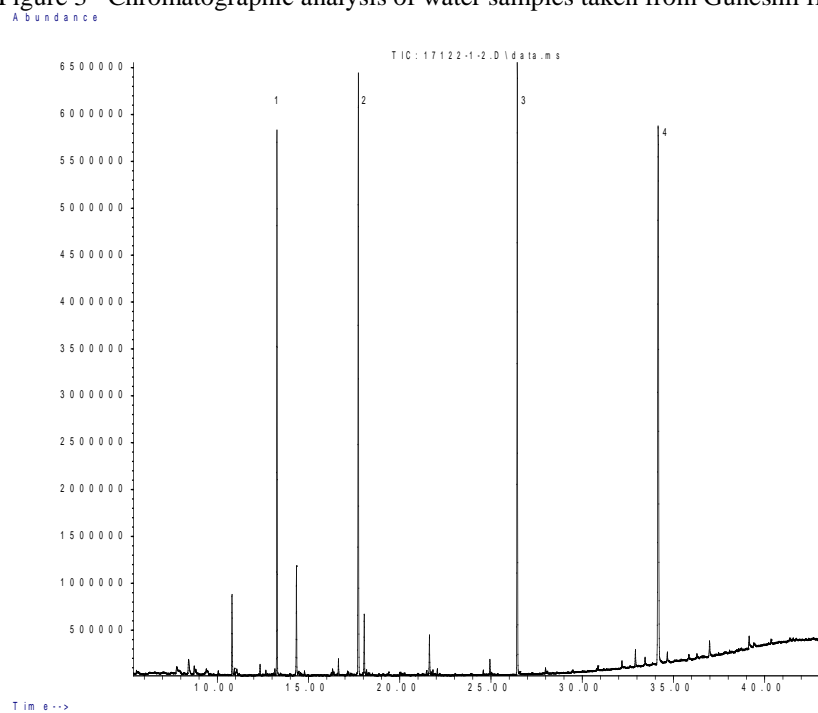


Figure 4 – Chromatographic analysis of water samples from Hovsan field

According to the results of monitorings, pollution of oil products was observed in the southern part of the Caspian Sea. In this case, pollution of the soil, in particular contamination of water basins with oil and petroleum products is unwelcome, because the phenolic compounds have a high permissible concentration in the food products related to water (such as fish) and soil content (vegetable crops), which are ecologically useless, and ultimately lead to unwanted malignant tumors for the human body[6].

The purpose of environmental monitoring was to expose these qualities. The continuation of these monitoring in the future will be the main subject of our research.

LITERATURE

1. Богдановский Г. А. Химическая экология / Г. А. Богдановский. – М. : МГУ. – 1994. – 237 с.
2. Hacıyeva S. R. Neft ilə çirklədilmiş suların təmizlənməsi üsulları / S. R. Hacıyeva, E. M. Qədirova, R. N. Rəfiyeva // Azərb. kimya jurnalı. – Bakı, 2014. – № 1.– P. 35–38.
3. Страдомская А. Г. Уровень загрязненности воды и донных отложений мелководных участков Каспия нефтепродуктами и основные пути их поступления / А. Г. Страдомская, А. Д. Семенов // Тез. Докл. Второй Всес. конф. по рыбохозяйственной токсикологии. – Т. 2. – 1991. – С. 194–195.
4. Каспийское море. Состояние Окружающей среды // Доклад временного Секретариата Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря и бюро управления и координации проекта «КАСПЭКО». – 2011. – С. 28.
5. Новиков Ю. В. Экология окружающей среды и человека / Ю. В. Новиков. – М., 2005. – С. 347.
6. Korshenko A. Pollution of the Caspian Sea / A. Korshenko, A. G. Gul // Hdb. Env. Chem. – Vol. 5. – Part P. Springer-Verlag, 2005. – P. 105–142.

УДК 579.26

МИКРОБНЫЙ ПУЛ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛУГОВЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Кузнецова Татьяна Васильевна, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, Казань, kuznetsovatatyana@mail.ru*

Петров Андрей Михайлович, *кандидат биологических наук, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, Казань, zram2@rambler.ru*

Князев Игорь Владимирович, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, Казань*

Богданова Ольга Анатольевна, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Республика Татарстан, Казань,*

Изучено влияние остаточного содержания нефтепродуктов на микробный пул аллювиальных луговых супесчаной и среднесуглинистой почв. Показано, что среднесуглинистая почва более устойчива к токсическому действию нефтепродуктов. Из изученных микроорганизмов, нитрифицирующие наиболее чувствительны к действию поллютанта. При остаточном содержании нефтепродуктов до 6,0–6,5 г/кг, их численность в супесчаной почве была в 10–100 раз, в среднесуглинистой в 2–100 раз ниже, чем в контроле.

Ключевые слова: аллювиальная луговая супесчаная, аллювиальная луговая среднесуглинистая, нефть, нефтепродукты, микробный пул.

THE MICROBIAL POOL OF AN ALLUVIAL MEADOW SOILS OF DIFFERENT GRANULOMETRIC COMPOSITION UNDER CONDITIONS OIL POLLUTION

Kuznetsova T. V., Petrov A. M., Knyazev I. V., Bogdanova O. A.

The influence of residual oil content on the microbial pool of alluvial meadow sandy loam and medium loamy soils was studied. It is shown that the medium-loamy soil is more resistant to the toxic effects of petroleum products. Of the studied, nitrifying microorganisms are most sensitive to the action of the pollutant. With the residual content of oil products to 6,0-6,5 g / kg their number in sandy loam soil was 10-100 times, in medium-loam 2-100 times lower than in the control.

Key words: alluvial meadow sandy loam, alluvial meadow medium-loam, oil, oil products, microbial pool.

Введение. Загрязнение почв нефтью и продуктами ее трансформации приводит к изменениям в активности и составе микробного пула. Проведение рекультивационных мероприятий способствует снижению пресса присутствующих в нефти поллютантов, восстановлению функций почвенного микробиоценоза. Необходимость прогнозирования последствий воздействия нефтяных загрязнений на педобионтов требует проведения исследований, направленных на изучение влияния уровня остаточного содержания нефтепродуктов в почвах разного гранулометрического состава на пул микробного сообщества.

Цель работы – изучить микробный состав рекультивированных аллювиальной луговой супесчаной и аллювиальной луговой среднесуглинистой почв при разном остаточном содержании нефтепродуктов.

Материалы и методы. Исследования проводились на чистых и нефтезагрязненных рекультивированных аллювиальной луговой супесчаной (АЛсп) и аллювиальной луговой среднесуглинистой (АЛсс) почвах Республики Татарстан. Горизонт А1.

Остаточное содержание нефтепродуктов (НП) в исследуемых образцах условно рекультивированных почв составляло: АЛсп – 1,8, 3,1, 4,2 и 6,5 г/кг; АЛсс – 1,9, 3,1, 4,1 и 6,0 г/кг [8]. Контролем (К) служили чистые почвы.

Численность основных физиологических групп микроорганизмов определяли стандартными методами [1, 2, 4]. В процессе выполнения микробиологических исследований определяли общую численность микроорганизмов (ОМЧ), численность спорообразующих (СС), углеводородокисляющих (УОМ), целлюлозоразрушающих (ЦРМ) микроорганизмов, нитрификаторов (НФ), аммонификаторов (АФ), актиномицетов (АМ) и микромицетов (ММ), бактерий, усваивающих минеральный азот (БУМА) и азотфиксаторов при различных уровнях загрязнения почв углеводородами нефти. Численность исследуемых групп выражали в КОЕ/г абсолютно-сухой почвы.

Результаты и обсуждение. Сопоставление состава микробного пула чистых АЛсс и АЛсп почв показало, что микробный пул среднесуглинистой почвы количественно и качественно более разнообразен в сравнении с микробным сообществом супесчаной почвы (таблица). В то же время численность УОМ, микромицетов и нитрификаторов в супесчаной была в 4,9–10,7 раза выше, чем в среднесуглинистой. В ходе микробиологических исследований из АЛсп почвы не удалось выделить азотофиксирующих микроорганизмов, хотя в АЛсс их содержание было достаточно высоким.

Таблица – Состав микробного пула чистых аллювиальных луговых среднесуглинистой и супесчаной почв

	Почва		АЛсс/АЛсп
	АЛсп	АЛсс	
ОМЧ*10 ⁷	1,7	4,4	2,6
Спорообразующие*10 ⁵	23,7	29,7	1,3
УОМ*10 ⁶	0,8	0,1	0,1
Актиномицеты*10 ⁵	14,0	40,0	2,9
Микромицеты*10 ⁴	9,7	0,9	0,1
БУМА*10 ⁶	1,6	39,0	24,4
Целлюлозоразрушающие *10 ⁴	3,0	15,5	5,2
Нитрификаторы*10 ²	85,2	17,5	0,2
Азотфиксаторы, %	0	24	-

Анализ почвенного микробоценоза АЛсп показал, что в испытанном диапазоне остаточного содержания НП между содержанием поллютанта и ОМЧ, численностью УОМ, АМ, БУМА прослеживалась прямая зависимость, между содержанием НП и численностью ММ – обратная (рисунок 1). Наиболее сильное отрицательное воздействие НП оказывали на нитрифицирующие бактерии, численность которых в опытных вариантах не превышала 9 % от их содержания в контроле. В супесчаной почве азотфиксаторы отсутствовали, как в контрольных, так и в опытных образцах почв.

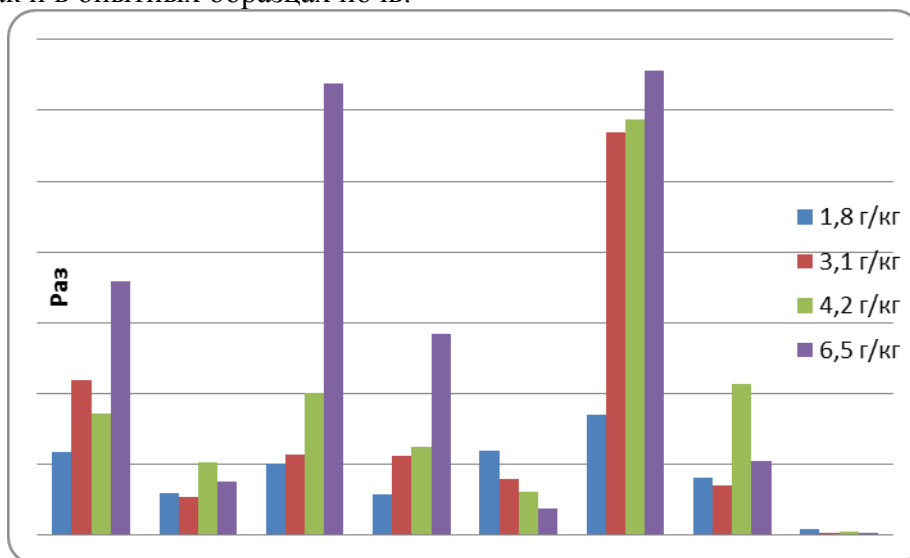


Рисунок 1 – Средняя численность микроорганизмов в нефтезагрязненной АЛсп почве при разном остаточном содержании НП (кратность отклонения относительно контроля, раз).

В присутствии НП в концентрации 1,8 г/кг численность спорообразующих и целлюлозоразрушающих бактерий была ниже, чем в чистой почве, однако при содержании НП 4,2 г/кг наблюдалось увеличение их численности до уровня контроля (СО) или до значений, в 2 раза превышающих контроль (ЦРМ), что может быть связано со снижением метаболической активности, при повышении содержания НП почвенных грибов, способных выделять вещества-антагонисты, ингибирующие развитие ряда представителей микробного пула. Усиление токсических свойств при содержании НП в почве 6,5 г/кг приводило к снижению численности СО и ЦРМ до сопоставимых с контролем значений.

Микробное сообщество среднесуглинистой почвы более устойчиво к действию нефтяных загрязнений. Содержание большинства изучаемых групп микроорганизмов во всем испытанном диапазоне содержания НП было выше, чем в контроле, или на уровне контроля (рисунок 2).

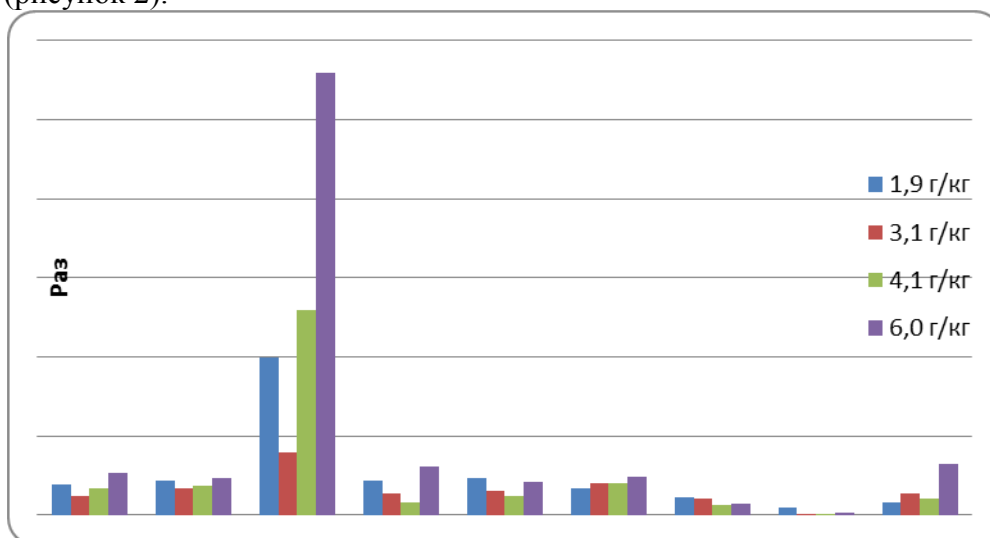


Рисунок 2 – Средняя численность микроорганизмов в нефтезагрязненной АЛсс почве при разном остаточном содержании НП (кратность отклонения относительно контроля, раз).

Наиболее чувствительными к действию поллютанта также являлись нитрифицирующие микроорганизмы, однако их количество в среднесуглинистой почве при содержании НП 1,9 г/кг было в 5,1 раза выше, чем при такой же дозе поллютанта в супесчаной почве. Повышение содержания НП до 4,1 г/кг и выше приводило к 28–38 % снижению численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов, что согласуется с ранее проведенными исследованиями [3, 4, 5].

Выводы.

1. Микробное сообщество аллювиальной луговой среднесуглинистой почвы более устойчиво, к токсическому действию нефтяных углеводородов, чем сообщество аллювиальной луговой супесчаной почвы.

2. Во всем диапазоне остаточного содержания поллютанта не наблюдалась полная элиминация из сообществ изучаемых групп почвенных микроорганизмов.

3. Наиболее выраженное ингибирующее действие нефтепродукты оказывали на присутствующих в аллювиальных луговых почвах нитрифицирующих бактерий, численность которых в загрязненных вариантах была в супесчаной в 10–100, в среднесуглинистой в 2–100 раз ниже, чем в контроле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров Н. С. Практикум по микробиологии / Н.С. Егоров. – М. : Изд-во Московского университета, 1976. – 307 с.

2. Кузнецова Т. В. Динамика микробного пула дерново-подзолистых почв при разных начальных уровнях нефтяного загрязнения / Т. В. Кузнецова, А. М. Петров, Р. Э. Хабибуллин // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 17. – С. 116–120.

3. Петров А. М. Влияние остаточного содержания нефтепродуктов на состав и активность почвенного микробного сообщества / А. М. Петров, Л. К. Каримуллин, Т. В. Кузнецова, А. А. Вершинин, Р. Э. Хабибуллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 23. – С. 356–359.

4. Петров А. М. Биологическая активность и состав микробного пула серой лесной почвы в условиях длительного воздействия нефтяного загрязнения / А. М. Петров, Л. К. Каримуллин, А. А. Вершинин, Т. В. Кузнецова // Российский журнал прикладной экологии. – 2018. – № 2. – С. 26–30.

5. Solano-Serena F. Intrinsic capacities of soil microfloras for gasoline degradation / F. Solano-Serena et al. // Biodegradation. – 1998. – № 9. – P. 319–326.

УДК 631.423

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ В ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ МЕТОДАМИ ПОТЕРИ МАССЫ ПРИ ПРОКАЛИВАНИИ И ИК-СПЕКТРОМЕТРИИ

Зайнулгабидинов Эрик Ренатович, кандидат биологических наук, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Татарстан, г. Казань, comr05@mail.ru.*

Игнатьев Юрий Алексеевич, кандидат химических наук, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Татарстан, г. Казань, comtjura@mail.ru*

Петров Андрей Михайлович, кандидат биологических наук, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Татарстан, г. Казань, zram2@rambler.ru.*

Князев Игорь Владимирович, *Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Россия, Татарстан, Казань.*

Проведен сравнительный анализ результатов определения содержания нефти в загрязненных серых лесных почвах методами потери массы при прокаливании и ИК-спектрометрическим. Показано, что содержание нефтепродуктов, определенное ИК методом, может быть заниженными. При оценке суммарного содержания углеводородов нефти в почвах в качестве дополнительного целесообразно использовать метод потери массы при прокаливании.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, нефтепродукты метод ИК-спектрометрии, метод потерь при прокаливании; полярные углеводороды.

FEATURES OF THE DETERMINATION OF THE CONTENT OF HYDROCARBONS OF OIL IN POLLUTED SOILS BY LOSS-ON-IGNITION METHODS AND IR SPECTROMETRY

Zainulgabidinov E. R., Ignatiev Yu. A., Petrov A. M., Knyazev I. V.

A comparative analysis of the results of the determination of oil content in polluted gray forest soils by IR spectrometry and weight loss-on-ignition methods has been carried out. It is shown that the content of petroleum products, determined by the IR method, may be underestimated. As an additional approach in the assessment of oil-contaminated soils, the use of the weight loss-on-ignition method is recommended.

Key words: Oil pollution, IR spectrometry method, loss-on-ignition method, polar hydrocarbons.

Введение. Загрязнение почвы нефтепродуктами является серьезной угрозой для окружающей среды (ОС) регионов России. Одним из распространенных методов контроля содержания нефтепродуктов (НП) в почвах является ИК- спектрометрический (ИКС). Измерение концентрации НП производится после экстракции их неполярным растворителем из почвенных образцов с последующим отделением неполярных углеводородов (УВ) от полярных соединений методом колоночной хроматографии. Таким образом, происходит отождествление определения НП, состоящих только из неполярных УВ, с суммой всех экстрагируемых соединений нефти.

В настоящее время имеется множество исследований, посвященных трансформации и биodeградации отдельных классов УВ, входящих в состав нефти. Например, при биodeградации нефти возрастает количество кислородосодержащих продуктов метаболизма типа алифатических эфиров, а также других соединений [2, 4, 6, 7].

При анализе загрязненных нефтью почв необходим учет всего пула УВ нефти. Для этой цели может быть использован метод потерь при прокаливании (ППП), который позволяет определить содержание суммы органического вещества (ОВ) в почве [1]. Следовательно, потери при прокаливании загрязненных нефтью почв, за вычетом аналогичных значений контрольных незагрязненных образцов позволяют количественно оценить аллохтонное органическое вещество в виде УВ нефти [3].

Исходя из этого, целью нашего исследования являлось сравнение содержания НП и всего пула УВ нефти, полученных методами ИКС и ППП соответственно.

Материал и методы. В качестве объектов исследования в работе использовались 3 подтипа среднесуглинистых лесных почв: светло-серая лесная (ССЛ), серая лесная (СЛ) и темно-серая лесная (ТСЛ). В качестве загрязнителя использовалась сернистая парафинистая нефть Ямашинского месторождения РТ. Начальное содержание нефти составляло 5, 10, 15 и 20 % от массы почвы.

Лабораторный эксперимент по условной рекультивации проводился в течение четырех лет. В ходе эксперимента осуществляли периодическое рыхление почвенных образцов. Температуру поддерживали на уровне 20–24 °С, а влажность на уровне 60 % от полной влагоемкости.

Рассматривались два варианта: «Свежий», проанализированный через сутки после внесения нефти почву, и «Старый» - после 4-летней лабораторной экспозиции.

Определение концентрации НП ИКС методом проводили в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.22-98. Общее содержание всего пула УВ нефти методом ППП определяли как разницу между их содержанием в опытных и контрольных образцах [3].

Результаты и обсуждение. Содержание ОВ в контрольных незагрязнённых образцах ССЛ, СЛ и ТСЛ почв, полученное методом ППП, составило $93,9 \pm 5,0$, $53,7 \pm 1,5$ и $59,7 \pm 1,5$ г/кг, соответственно. Определенное методом ИКС содержание НП в контрольных образцах было ниже 50 мг/кг.

На рисунке 1 представлены результаты определения содержания УВ в различных подтипах серых лесных почв, полученных методом ППП.

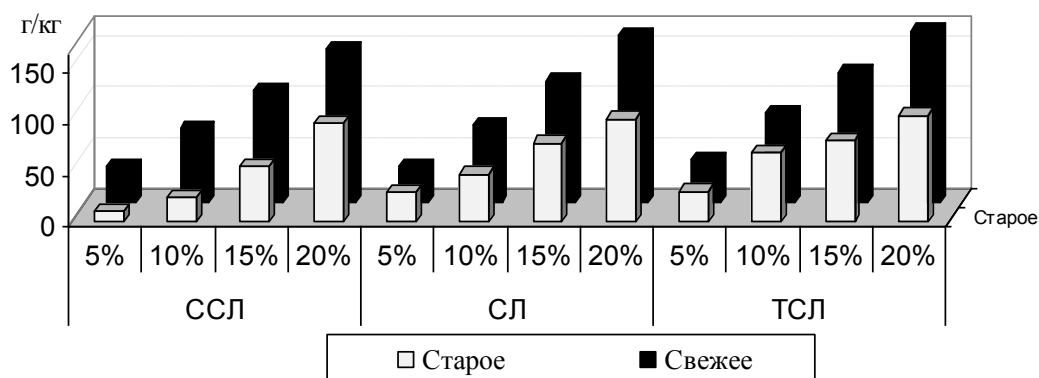


Рисунок 1 – Суммарное содержание УВ нефти, полученное методом ППП в вариантах со «Свежим» и «Старым» загрязнением.

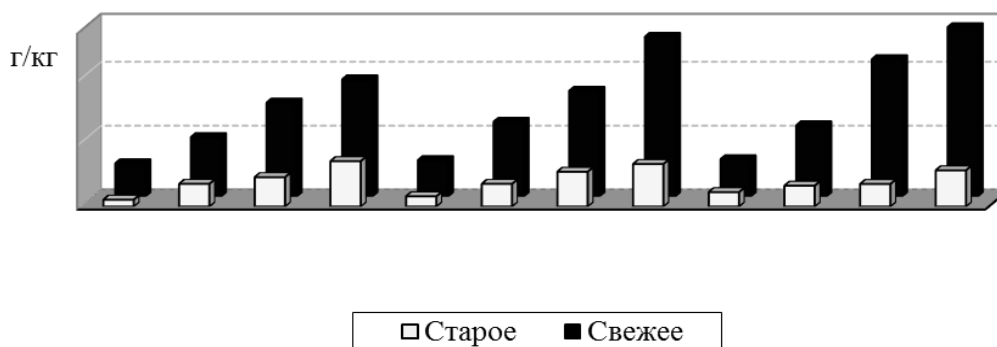


Рисунок 2 – Суммарное содержание УВ нефти, полученное методом ИКС в вариантах со «Свежим» и «Старым» загрязнением.

Сравнение представленных на рисунке 1 данных, полученных методом ППП, показывает, что за время условной рекультивации содержание УВ в среднем снизилось в ССЛ почве в 2,6 раза, а в СЛ и в ТСЛ – в 1,5 раза. Сравнительный анализ данных показал, что количество определенных методом ИКС неполярных УВ в начале и в конце эксперимента также зависело от уровня начального загрязнения почвенных образцов (рисунок 2). Сопоставление количества определенных разными методами УВ в начале и в конце эксперимента показывает, что ППП метод при анализе «Свежих» и «Старых» нефтяных загрязнений обеспечивает получение более объективной информации по их содержанию в почве.

Сравнительный анализ данных выявил сильные различия в количественном содержании поллютанта. Так, например, в начальный период методом ППП было выявлено от 38 до 160 г/кг для 5 и 20 % начального уровня загрязнения соответственно. Аналогичные показатели для метода ИКС составили лишь 11 и 47 г/кг, то есть почти в 3,5 раза меньше. К концу эксперимента эта разница стала ещё более заметна – показатели ППП метода были почти в 7 раз выше, чем значения, полученные методом ИКС. Вероятно, это связано с увеличением доли полярных соединений в результате внутрипочвенных процессов трансформации нефти.

Выводы.

1. Сопоставление результатов анализа содержания углеводородов нефти методами ИКС и ППП показало, что метод ППП дает более объективную информацию по их содержанию в почвах.
2. Результаты, полученные при использовании метода ИКС, не в полной мере отражают реальную степень загрязнения, поскольку на сильно выветренных нефтезагрязненных почвах она может быть особенно сильно занижена, т. к. ряд продуктов трансформации нефти остается за рамками экологического контроля.
3. При оценке суммарного содержания нефтяных загрязнений в почвах в качестве дополнительного целесообразно использовать метод потери массы при прокаливании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : МГУ. – 1961. – 492 с.
2. Гэрэлмаа Т. Исследование процессов биодegradации вязких нефтей Монголии для создания методов увеличения нефтеотдачи и рекультивации нефтезагрязненных почв : Автореф. дис. ... канд. хим. наук / Т. Гэрэлмаа. – Томск, 2010. – 26 с.
3. Игнатъев Ю. А. Применение метода прокаливания для определения аллохтонных углеводородов нефти в почвах / Ю. А. Игнатъев, Э. Р. Зайнулгабидинов, А. М. Петров // Российский журнал прикладной экологии. – 2018. – № 3. – С. 34–37.
4. Пиковский И. Ю. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде / И. Ю. Пиковский. – М. : МГУ, 1993. – 208 с.
5. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии. – М., 1998.
6. Loeher R. C. Predictions of biotreatability and actual results: soils with petroleum hydrocarbons / R. C. Loeher, S. J. Mc Millen, M. T. Webster // Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management. – 2001. – № 5. – P. 78–87.
7. Maletić S. Degradation kinetics of an aged hydrocarbon-contaminated soil / S. Maletić, B. Dalmacija, S. Rončević, J. Agbaba, O. Petrović // Water Air Soil Poll. – 2009. – № 202. – P. 149–159.

УДК 631.42+581.5:550.47

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ НА УЧАСТКАХ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНОГО БУРЕНИЯ (ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)

Кукушкин Степан Юрьевич, кандидат географических наук, доцент, *Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Россия, г. Санкт-Петербург, s.kukushkin@spbu.ru*

Опекунова Марина Германовна, доктор географических наук, профессор, *Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Россия, г. Санкт-Петербург, s.kukushkin@spbu.ru*

Опекунов Анатолий Юрьевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, *Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Россия, г. Санкт-Петербург, s.kukushkin@spbu.ru*

Проведенные исследования показали, что при соблюдении природоохранных мероприятий поисково-оценочное бурение не приводит к существенному загрязнению почвенного покрова. Отмечается незначительное превышение фонового содержания ряда микроэлементов (Ba, Zn, Sr) и увеличение относительно средних значений концентрации нефтяных углеводородов, сульфатов и хлоридов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнение почв, нефтяные углеводороды, буровые работы.

ASSESSMENT OF TUNDRA SOIL POLLUTION IN SEARCH AND DRILLING AREAS (YAMALO-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT)

Kukushkin S. Yu, Opekunova M. G., Opekunov A. Yu.

The conducted studies allow us to conclude that, while observing environmental protection measures, exploration and assessment drilling does not lead to significant soil pollution. There is a slight excess of the background content of a number of trace elements (Ba, Zn, Sr) and an increase in concentration relative to the average values of oil hydrocarbons, sulfates and chlorides.

Key words: heavy metals, soil pollution, petroleum hydrocarbons, drilling.

Проведение работ по поисково-оценочному бурению – это обязательный этап при освоении углеводородных месторождений. Строительство скважин, их испытание и ликвидация могут сопровождаться загрязнением почвенного и растительного покровов. Вред окружающей среде наносят содержащиеся в составе буровых растворов, подземных и пластовых вод химические вещества и элементы (нефтяные углеводороды, тяжелые металлы (ТМ), АПАВ и др. [1]. В соответствии с действующим законодательством после ликвидации скважин проводится рекультивация территории площадок поисково-оценочного бурения, выбор методов которой зависит от уровня антропогенной нарушенности территории.

В рамках работ по экологическому мониторингу на территории лицензионного участка Ямбургского месторождения (Ямало-Ненецкий автономный округ) были проведены исследования по оценке загрязнения почв рядом с площадками поисково-оценочного бурения разной стадии проведения буровых работ (обустройство площадок, бурение, ликвидация). Изучены ПТК в районе воздействия 10 площадок скважин. В ходе исследований отобрано и проанализировано 18 проб почв (органогенные и минеральные горизонты). Анализ осуществлен в аккредитованных лабораториях ВСЕГЕИ им. А. П. Карпинского и центре «Эко-лаб». ТМ (Cu, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, Pb, Hg, Cd, Ba, Sr, Zr) и Na определялись методом ИСП-МС с полным кислотным разложением; анализ нефтяных углеводородов (НУ) в почве осуществлялся флуориметрическим методом. Также было определено содержание NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^- , 3,4-бензпирена, АПАВ, фенолов и значение pH.

Как показали проведенные анализы, содержание водорастворимых солей в водной вытяжке значительно меньше 0,25 %, что указывает на отсутствие вторичного засоления и загрязнения изученных почв в районах площадок скважин (таблица 1). Стоит отметить, что в исследованных почвах нет четкой зависимости увеличения концентрации хлоридов, фосфатов, нитратов и сульфатов в почвах рядом с площадками скважин, где в настоящее время проводятся или уже закончены буровые работы, производится монтаж/демонтаж бурового оборудования или отсутствует какая-либо хозяйственная деятельность (участки проектируемого поисково-оценочного бурения). В ходе исследований не было выявлено загрязнения почв бенз(а)пиреном и фенолами. Содержание во всех пробах ниже предела чувствительности. Выявленный уровень загрязнения почв АПАВ невысок, и содержание изменяется в незначительных пределах 2–45 мг/кг (таблица 1), однако они обнаружены во всех отобранных образцах, что может быть связано с поступлением поллютантов в окружающую среду.

Таблица 1 – Содержание загрязняющих веществ в горизонтах почв на площадках скважин, мг/кг

	pH	Нитраты	Сульфаты	Фосфаты	Хлориды	Нефтепродукты	АПАВ	Фенолы	Бенз (а) пирен
Органогенные горизонты									
Средн.	4,8	25	2	31	11	66	30	<0,05	<0,005
Мин.	4,1	2	<1	3	7	6	6		
Макс.	5,7	39	4	58	15	250	45		
Минеральные горизонты									
Средн.	5,3	20	<1	1	12	100	3	<0,05	<0,005
Мин.	5,0	<1		<1	7	6	2		
Макс.	6,4	49		2	20	560	4		

Содержание НУ в почвах исследованных объектов изменяется в широких пределах – 6–560 мг/кг (таблица 1). В целом концентрация в почвах соответствует уровням содержания НУ в почвах данной территории [1]. Однако максимальные концентрации отмечены в почвах рядом с площадками, где на момент проведения исследований заканчивались работы по ликвидации скважины после их испытания, что может быть обусловлено поступлением нефтепродуктов на почвенный покров при проведении буровых работ.

Изученные почвы характеризуются низким содержанием ТМ (таблица 2), что определено геохимическими особенностями подстилающих горных пород [1, 3]. Выделяются три главных фактора, определяющих содержание ТМ в почвах. Наряду с влиянием подстилающих горных пород таковыми являются изменение подвижности ТМ при смене окислительно-восстановительных условий, а также образование нерастворимых органоминеральных комплексов [2, 3].

На обследованной территории в целом не выделяются участки локального загрязнения почв ТМ и их содержание является типичным для данных ПТК (таблица 2) [1, 2, 3]. Однако в аккумулятивных горизонтах почв в районе площадок скважин, где на момент исследований были закончены буровые работы, отмечено значительное превышение фоновых значений содержания в почвах Ва, Sr и Zr, что может быть обусловлено поступлением минеральных частиц материала отсыпки в поверхностные горизонты почв.

Таблица 2 – Содержание ТМ и Na в горизонтах почв на площадках скважин, мг/кг

	Ba	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Pb	Cd	Cr	Fe	Hg	V	Sr	Zr	Na ₂ O
Органогенные горизонты															
Средн.	421	411	47	7	15	10	10	0,19	23	29167	0,057	37	79	44	6283
Мин.	95	93	17	5	9	5	3	0,10	14	9870	0,057	24	33	14	2100
Макс.	935	1240	163	9	26	18	16	0,35	43	61460	0,057	60	135	91	13100
Минеральные горизонты															
Средн.	518	216	18	5	9	5	11	0,05	33	11830	0,013	42	124	75	11067
Мин.	460	132	10	2	4	2	7	0,02	15	5670	0,007	20	93	40	6500
Макс.	607	434	38	12	22	10	18	0,09	67	25410	0,019	88	173	125	18800

Отдельно стоит отметить, что в почвах в районе площадки ликвидируемой скважины, где было выявлено повышенное содержание НУ, также определено превышение нормативов ОДК по Zn для суглинистых почв (110 мг/кг). Концентрация Zn в поверхностном горизонте почвы на данной площадке достигает 163 мг/кг. Отмечается и резкое увеличение концентрации Ва в поверхностном горизонте (935 мг/кг). При этом содержание этих элементов резко падает в нижележащих горизонтах. Такой характер распределения может быть обусловлен поверхностным загрязнением почв вследствие поступления поллютантов с площадки проведения буровых работ.

Проведенные исследования показали, что в целом почвенный покров характеризуется низким уровнем содержания загрязняющих веществ. Антропогенное воздействие проявляется в незначительном увеличении в органогенном горизонте относительно средних показателей концентрации сульфатов, хлоридов, фосфатов, НУ, а также Zn. Парагенезис Ва-Sr в гумусовом горизонте отражает поступление в почвы минеральных частиц от отсыпных производственных площадок и автодорог (атмосферный перенос и водная миграция, а также пыление при движении и работе автотранспорта). Существенного антропогенного нарушения природных комплексов, которые могут требовать особенных методов рекультивации, не было выявлено. Относительно низкий уровень загрязнения почвенного покрова обусловлен выполнением природоохранных мероприятий при проведении работ по поисково-оценочному бурению на территории лицензионного участка Ямбургского месторождения.

Работа выполнена при поддержке гранта РГО-РФФИ № 17-05-41070.

ЛИТЕРАТУРА

1. Опекунов А. Ю. Оценка экологического состояния природной среды районов добычи нефти и газа в Ямало-Ненецком автономном округе / А. Ю. Опекунов, М. Г. Опекунова, С. Ю. Кукушкин, А. Г. Ганул // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7 : Геология, география. – 2012. – № 4. – С. 87–101.
2. Опекунова М. Г. Оценка трансформации природной среды в районах разработки углеводородного сырья на севере Западной Сибири / М. Г. Опекунова, А. Ю. Опекунов, С. Ю. Кукушкин, И. Ю. Арестова // Сибирский экологический журнал. – 2018. – № 1. – С. 122–138. DOI: 10.15372/SEJ20180111.
3. Сысо А. И. Закономерности распределения микроэлементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири / А. И. Сысо. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. – 277 с.

УДК 631.42

ГЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В АГРОЛАНДШАФТАХ ОКОЛО ТЕРРИКОНОВ

Зубова Лилия Григорьевна, доктор технических наук, профессор, Украина, г. Луганск, *zubov-home@mail.ru*

Зубов Алексей Рэмович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Украина, г. Луганск

Зубов Антон Алексеевич, кандидат технических наук, Институт агроэкологии и природопользования НААН, Украина, г. Киев

На принципах геосистемного подхода рассмотрено негативное влияние горнодобывающей промышленности на аграрные ландшафты. Сделан анализ парагенетических геосистем терриконовых ландшафтов Донбасса. Рассмотрены ландшафтные геополья, катены, экотоны. Предложены показатели для оценки условий рассеивания веществ, мигрирующих с породных отвалов.

Ключевые слова: террикон, геосистема, парагенезис, катена, геополье, экотон, водная эрозия, загрязнение территории, экологическая безопасность.

GEOSYSTEM APPROACHES TO THE ESTIMATION OF THE ECOLOGICAL SITUATION IN THE AGRARIAN LANDSCAPES NEAR THE BANKS OF WASTE ROCK

Zubov A. A., Zubova L. G., Zubov A. R.

Negative influence of mining industry on agrarian landscapes, on principles of geosystem approach, is considered. The analysis of paragenetic geosystems of terricon landscapes of Donbass is done. Landscape geofield, catens, ecotones are considered. Indexes for the estimation of terms of dispersion of matters which migrate from the banks of waste rock of coal mines are offered.

Keywords: geosystem, парагенезис, катена, геополье, waste bank, water erosion, contamination of territory, ecological safety.

Одним из главных источников загрязнения многих тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий в Донбассе, простирающемся от восточной части Днепропетровской области Украины до запада Ростовской области РФ являются свыше 1,5 тыс. отвалов пустой породы угольных шахт – терриконов [3, 4, 5].

Для предотвращения загрязнения почв важно уметь верно оценивать закономерности миграции загрязняющих частиц и веществ в ландшафте. Методологической базой решения этой задачи является геосистемный подход, поскольку как для естественных, так и для антропогенно-измененных геосистем характерен ландшафтный парагенезис, то есть функционирование связанных геосистем через латеральный (боковой) перенос вещества и энергии.

Целью данной работы является использование геосистемного подхода для оценки экологической ситуации в агроландшафтах вблизи терриконов.

По интенсивности годового дефляционного отложения породы [2, 5] (рисунок 1) можно выполнить следующее зонирование территории, прилегающей к типичному террикону высотой 50 м: 1) от его подножия до расстояния 200 м ветром откладывается от 50 до 1,4 т/га; 2) в зоне 200–300 м – от 1400 до 300 кг/га; 3) 300–500 м – от 300 до 40 кг/га; 4) 500–1000 м – от 40 до 2,5 кг/га.

Фактически это размеры *ландшафтно-географических полей*, т. е. парагенетичных геосистем диффузного происхождения, подчиняющихся «правилу убывания» или закону «платы за расстояние» [6].

Примером парагенетической геосистемы, формируемой переносом вещества со стоком воды, направленным вниз по склонам террикона, является склон отвала шахты «Кременная» (рисунок 2а). Такую геосистему называют *ландшафтной катеной*. Исследования показали, что многолетняя механическая (водноэрозионная) миграция вещества (породы) со склонов разной экспозиции типичного отвала шахты "Черноморка" ПАО «Лисичанскуголь» варьирует от 480 до 2700 м³ с гектара поверхности склона [5].

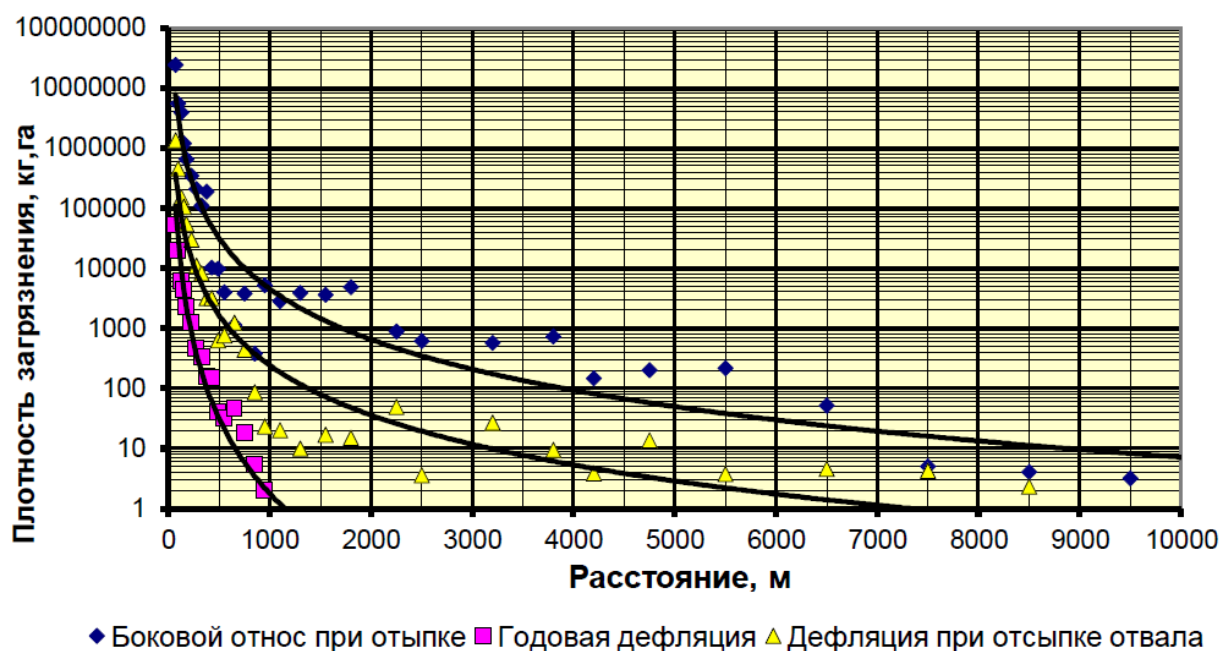


Рисунок 1 – Изменение плотности загрязнения породой территории в зоне от подножия конического отвала высотой 50 м до расстояния 10 км.

Ландшафтные геополья терриконов рассматривались как с точки зрения геосистем, генерирующих поля, так и с точки зрения убывания напряженности этих полей по мере отдаления от терриконов.

Такой же подход сохраняется нами и в исследовании катен терриконовых ландшафтов. Ведь в геосистемах катены не ограничиваются лишь склонами (элювиальной частью), а имеют еще трансэлювиальную, трансаккумулятивную, супераквальную и субаквальную части. В условиях терриконов их подножие, являющееся фронтом выхода кислотного стока, и прилегающая территория (с нейтральной или слабощелочной реакцией среды) являются уже следующей парагенетической геосистемой, называемой *ландшафтным экотон*ом, под которым понимают переходную полосу между смежными геосистемами [6].

Известно, что ландшафтные экотоны играют одновременно буферную, мембранную и транзитную роли [6], показанные нами в таблице 2.



Рисунок 2 – Катастрофическая водная эрозия на отвале шахты «Кременная» (а) и загрязнение почвенного покрова территории в результате поступления химических веществ с отвала шахты «Матросская» (б) ПАО «Лисичанскуголь»

Таблица 2 – Особенности буферной, мембранной и транзитной ролей экотонов

Основные функции экотонов	Характер воздействия экотонов на поток
1. Служат в качестве буферной емкости	Нейтрализуют кислотный сток
2. Выполняют роль мембраны (селективного фильтра)	а) пропускают транзитом (без химических преобразований) часть потока; б) фиксируют (задерживают) компоненты смеси внутри или вблизи поверхности «фильтра»

Буферная роль экотонов. Окисление пирита шахтной породы приводит к образованию H_2SO_4 и сильному подкислению среды. Кислотный дождевой сток с отвала шахты «Матросская» (таблица 3), по нашим данным, характеризуется очень низким рН (3,4) и высоким содержанием сульфатов (5215 мг/дм^3) [5]. На прилегающей территории (в экотоне) рН почвы имеет уже нейтральное значение. Таким образом, ландшафтный экотон служит буферной емкостью и нейтрализует кислотный сток с террикона.

Таблица 3 – Химический анализ кислотного стока с отвала № 3 ш. «Матросская»

Название компонента	Результаты анализа			Название компонента	Результаты анализа		
	мг/дм ³	моль/дм ³	%		мг/дм ³	моль/дм ³	%
Калий	63	1,61	1,48	Жесткость некарб.		100	
Натрий	11	0,48	0,44	рН	3,4		
Кальций	461	23,00	21,14	Хлориды	32	0,9	0,82
Магний	936	77	70,77	Сульфаты	5215	108,58	98,49
Железо III	76,26	4,1	3,77	Нитриты	<0,003		
Железо II	0,6	0,02	0,02	Нитраты	47	0,76	0,69
Аммоний	39,55	2,2	2,02	Сухой остаток экспер.	7380		
Жесткость общая		65,50		Сумма мин. веществ	6904		

Мембранная роль экотонов в задержании компонентов смеси и образовании геохимических барьеров проявляется в том, что на стыке сернокислых потоков с черноземами обыкновенными с нейтральной или слабощелочной реакцией (рисунок 3) образуются щелочные барьеры (Д₁, Д₂).

Многие химические элементы (Mg, Ca, Sr, Ba, Ra, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, Hg, Be, Al, Ga, Y, Tr, Cr, P, As, U) при встрече с черноземами выпадают из миграционной среды и формируют геохимические аномалии [7].

Исходя из изложенного выше, оценка экологической ситуации в частях экотона, которые фиксируют (накапливают) или пропускают вещества транзитом без химических пре-

вращений, должна выполняться по-разному. В накопительной части экотона экологическая ситуация должна оцениваться по загрязнению почв и растительности, а в транзитной части – по рассеиванию химических веществ. Оценку экологической ситуации в почвах необходимо проводить сравнением фактических значений концентрации тяжелых металлов (ТМ) с кларком, ПДК валовой и подвижной форм; в растительной продукции – путем сравнения фактических значений валовой формы с ПДК валовой формы по методике, изложенной в работе [1].

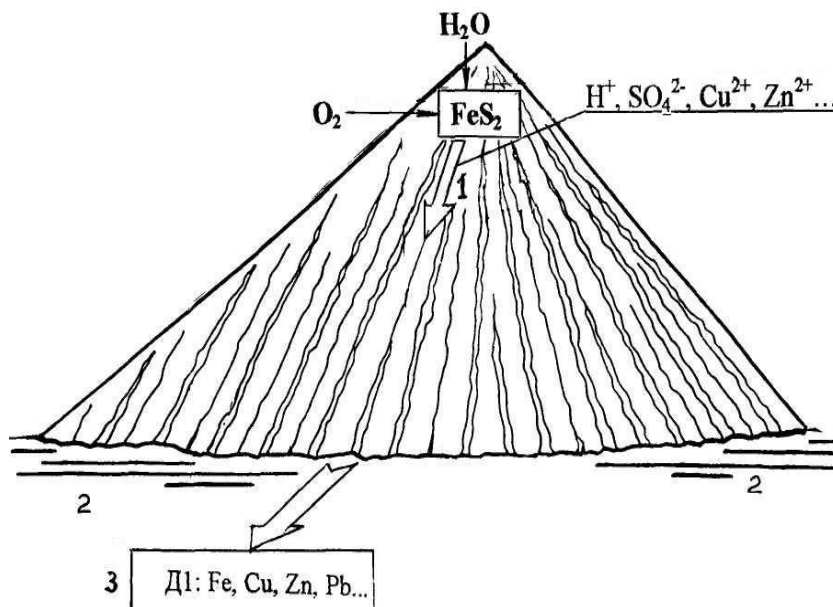


Рисунок 3 – Плоскостные геохимические барьеры типа Д₁ у подножия террикона: 1 – сернокислый раствор; 2 – черноземы; 3 – щелочной барьер (Д)



Рисунок 4 – Агроландшафт около отвала шахты «Юбилейная»

На отвале шахты «Юбилейная» шахтоуправления «Луганское» высотой 96 м, с площадью основания 18 га (рисунки 4, 5) и в шлейфе выноса породы с него были отобраны образцы породы, а также пробы почвы были на расстоянии 50, 100, 200 и 500 м от конца шлейфа. С помощью спектрального анализа установлено, что такие ТМ, как Cu, Zn, а также As превышают ПДК, исследован химический состав растений пшеницы, определена экологическая ситуация по их загрязнению ТМ (таблица 4), характеризующаяся как катастрофическая.

На примере отвала шахты „Юбилейная” исследована мембранная роль экотонов по транзитному рассеиванию химических элементов [3]. На рисунке 5 представлены «вторые» части катен терриконовых ландшафтов, формирующиеся в понижениях рельефа – в пределах ложбин, которые окружают отвал в виде экотона и по которым происходит миграция химических веществ, поступающих с отвала с жидким и твердым стоком.

Таблица 4 – Оценка экологической ситуации по загрязнению пшеницы ТМ

Место отбора образца	Химический элемент	Превышение содержания над ПДК, раз	Экологическая ситуация	Место отбора образца	Химический элемент	Превышение содержания над ПДК, раз	Экологическая ситуация
50 м от конца шлейфа выноса	Zn	4	катастроф.	200 м от конца шлейфа выноса	Zn	4	катастроф.
	Ni	60	катастроф.		Ni	40	катастроф.
	Co	5	катастроф.		Co	5	катастроф.
	Mn	22,73	катастроф.		Mn	16	катастроф.
	Pb	66,7	катастроф.		Pb	66,7	катастроф.
	Cu	3	катастроф.		Cu	3	катастроф.
	Cr	250	катастроф.		Cr	250	катастроф.
100 м от конца шлейфа выноса	Zn	10	катастроф.	500 м от конца шлейфа выноса	Zn	20	катастроф.
	Ni	40	катастроф.		Ni	30	катастроф.
	Co	5	катастроф.		Co	3	катастроф.
	Mn	16	катастроф.		Mn	11,4	катастроф.
	Pb	66,7	катастроф.		Pb	66,7	катастроф.
	Cu	2	катастроф.		Cu	3	катастроф.
	Cr	350	катастроф.		Cr	100	катастроф.

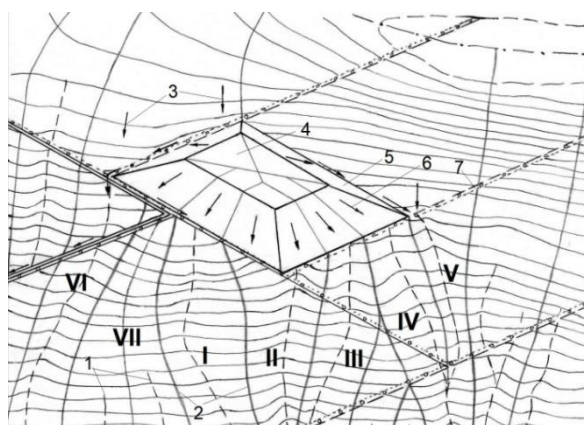
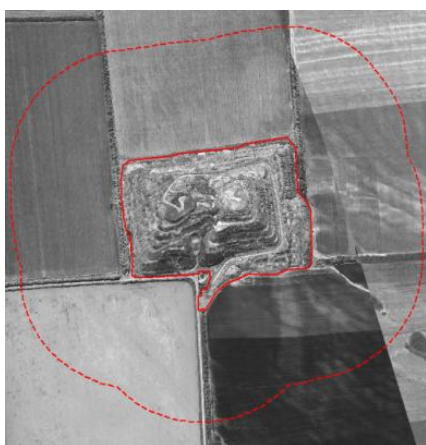


Рисунок 5 – Расположение второй (трансакумулятивной) части катен в пределах ландшафтного экотона: I–VII – номера катен; 1 – тальвеги ложбин, 2 – водоразделы ложбин (границы катен), 3, 6 – направление стока, 4 – плоская верхушка отвала, условно разделенная на водосборы катен, 5 – откосы отвала, 6 – сток на откосах, 7 – лесные полосы

Таблица 5 – Показатели оценки условий рассеивания химических веществ в катенах и их значение

Параметры катен и их частей	№ катены					
	1	2	3	4	5	6
Площадь зоны выноса на отвале, тыс. м ²	23,4	87,5	22,8	40,0	99,0	150,3
Ширина транспортирующей части, м	197	186	145	143	167	205
Площадь транспортирующей части, тыс. м ²	355	257	215	129	200	390
Ширина зоны выноса, м	170	250	65	205	330	520
1. Отношение площади зоны выноса к ширине транспортирующей части, м ² /м K ₁	119	470	157	280	593	732
2. Отношение площади зоны выноса к площади транспортирующей части K ₂	0,07	0,34	0,11	0,31	0,50	0,39
3. Отношение ширины зоны выноса к ширине транспортирующей части K ₃	0,86	1,34	0,45	1,43	1,98	2,54

Параметры катен и показатели для оценки условий рассеивания в них веществ показаны в таблице 5. Предложены критерии оценки экологической ситуации по рассеиванию веществ, в частности по показателю K (таблица 6).

Таблица 6 – Оценка экологической ситуации по рассеиванию химических веществ с отвалов

Характеристика рельефа	Оценочный коэффициент	Экологическая ситуация
а) ширина зоны выноса с отвала B_v меньше ширины транспортирующей части катены $B_{тр}$;	$K < 1$	удовлетворительная
б) ширина зоны выноса B_v равна $B_{тр}$;	$K = 1$	предкризисная
в) ширина зоны выноса B_v больше $B_{тр}$ до 1,5 раз;	$1,5 > K > 1$	кризисная
свыше 1,5 раз	$K > 1,5$	катастрофическая

Выводы.

1. Химические вещества, поступающие с шахтных отвалов с поверхностным и твердым стоком, рассеиваются в таких парагенетических геосистемах, как катены, а при вынесении ветром – в геополях. Ландшафтные экотоны служат как буферная емкость и исполняют роль селективного фильтра – мембран.

2. В мембранах часть веществ задерживается с образованием геохимических аномалий, а остальные следуют транзитом без химических превращений.

3. В концентрирующей части мембран (в геохимических аномалиях) экологическая ситуация оценивается по степени накопления химических элементов на геохимических барьерах – в почвах и растениях; в транзитной части мембран – по способности к рассеиванию химических веществ потока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Земельні ресурси України / За ред. В. В. Медведєва. – К. : Аграрна наука, 1998. – 148 с.
2. Зубов А. Р. Моделирование процесса дефляции породы отвалов угольных шахт и техногенное загрязнение почв Донбасса / А. Р. Зубов, В. А. Ульшин, А. А. Зубов, Л. Г. Зубова // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2012. – № 77. – С. 52–56.
3. Зубова Л. Г. Воздействие горнодобывающей промышленности на естественные ландшафты Донбасса / Л. Г. Зубова, В. А. Гречка, Ю. В. Матюшенко // Экотехнологии и ресурсосбережение, 1999. – № 4. – С. 63.
4. Зубова Л. Г. Исследование уровня радиационного загрязнения породного отвала № 1 шахты пос. Сутоган / Л. Г. Зубова, Ю. И. Макаришина / Инженерная биология в современном мире : Сб. материалов. – Майкоп : Майкопский ГТУ РАСХН, 2013. – С. 41–46.
5. Зубова Л. Г. Терриконы : монография / Л. Г. Зубова, А. Р. Зубов, А. А. Зубов и др. – Луганск : Ноулидж, 2015. – 712 с.
6. Казаков Л. К. Ландшафтоведение : Учебное пособие / Л. К. Казаков. – М. : Изд-во МНЭПУ, 1999. – 100 с.
7. Перельман А. И. Биокосные системы земли / А. И. Перельман. – М. : Наука, 1977. – 160 с.

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Мамедова Айнура Тейюб, кандидат химических наук, доцент, Гянджинский Государственный Университет, Азербайджан, г. Гянджа

Кадырова Эльмина Мусрат, кандидат химических наук, доцент, Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, г. Баку

Мехтиева Самира Тофик, кандидат химических наук, учительница, Гянджинский Государственный Университет, Азербайджан, г. Гянджа

Алиева Вугара Сурхай, учительница, Гянджинский Государственный Университет, Азербайджан, г. Гянджа

Окружающая среда – характеризуется совокупностью физических, химических и биологических факторов, способных при определенных условиях оказывать прямое или косвенное немедленное или отдаленное воздействие на деятельность и здоровье человека. В настоящее время, защита окружающей среды становилось очень трудно, так как это связано с многими факторами. Химический состав атмосферы, природных вод, почв формируется не только за счет естественных, но и антропогенных факторов.

Ключевые слова: защита окружающей среды, атмосфера, почва, токсичные вещества, гидросфера.

ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL

Mammadova A. T., Gadirova E. M., Mehdiyeva S. T., Aliyeva V. S.

Environment – characterized by a combination of physical, chemical and biological facts that can, under certain conditions, have a direct or indirect immediate or long-term impact on human activity and health. At present, environmental protection has become very difficult, as it is associated with many factors. The chemical composition of the atmosphere, natural waters, soils is formed not only due to natural, but also anthropogenic factors.

Keywords: environmental protection, atmosphere, soil, toxic substances, hydrosphere.

Антропогенные загрязнения являются результатом неполного и нерационального использования добываемых природных богатств и несовершенства технологии. Контроль чистоты атмосферы, химического состава почв, природных и сточных вод осуществляется системой контрольных пунктов. Такой контроль позволяет, в принципе, не только зафиксировать степень загрязненности, но и установить источник загрязнения и локализовать его, оценить эффективность используемого метода очистки [3]. Оценка качества атмосферного воздуха и вод проводится по предельно допустимым концентрациям (ПДК) компонентов. Предъявляются довольно жесткие требования к качеству воды и воздуха: содержание нормируемых компонентов колеблется в пределах 100–1000 мкг/л (для весьма токсичных 1–2 мкг/л) для воды и 1–100 мкг/м³ (и даже менее) для воздуха. Следовательно, основная трудность при анализе этих объектов – определение компонентов на уровне концентрации до 10⁻⁷–10⁻¹⁰ %. Это дает возможность изучить миграцию и превращения загрязненных веществ в биосфере [5].

Техногенные воздействия на атмосферу стали причиной таких глобальных изменений, как "парниковый эффект", разрушение озонового слоя, выпадение кислотных дождей. Все это ведет к глобальному экологическому кризису и требует незамедлительного перехода к рациональному природопользованию. Именно загрязнение атмосферы в наибольшей мере истощает адаптационные возможности человеческого организма. Атмосфера обладает мощной способностью к самоочищению от загрязняющих веществ. Движение воздуха приводит к рассеиванию примесей. Пылевые частицы выпадают из воздуха на земную поверхность под действием силы тяжести и дождевых потоков. Многие газы растворяются во влаге облаков и с дождями также достигают почвы. В настоящее время объем ежегодно выбрасываемых в атмосферу вредных веществ в мире резко возрос и составляет многие миллионы тонн. Это превышает пределы способности атмосферы к самоочищению. Особенно не-

благоприятно складывается экологическая обстановка в городах, где сосредоточены крупнейшие промышленные объекты. Загрязнение атмосферы может принять опасный характер в течение какого-то определенного времени на той или иной территории. Это может произойти как в результате аварийных ситуаций, так и вследствие изменения погодных условий. При изменении температур туман, загрязненный дымом, прижимается к поверхности земли, образуя так называемый "смог", вызывающий раздражение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей, а также обострение заболеваний легких. Опасны для озонового слоя ядерные взрывы в атмосфере, так как в него поступает при этом хлор, оксиды азота. Сокращение концентрации O_3 в озоновом слое приведет к массовым раковым заболеваниям кожи у людей, замедлению фотосинтеза и гибели некоторых видов растений. Неуклонный рост поступлений токсичных веществ в окружающую среду прежде всего отражается на здоровье населения, ухудшается качество продуктов сельского хозяйства, снижается урожайность, оказывается влияние на климат отдельных регионов и состояние озонового слоя Земли, что приводит к гибели флоры и фауны. Поступающие в атмосферу оксиды углерода, серы, азота, углеводороды, соединения свинца, пыль и т. д. оказывают различное токсическое воздействие на организм человека. Токсичность CO возрастает при наличии в воздухе азота, в этом случае концентрацию CO в воздухе необходимо снижать в 1,5 раза. В выбросах в атмосферу предприятий машиностроения присутствуют: оксид углерода, диоксид серы, пыль и взвешенные вещества, оксиды азота, ксилол, толуол, ацетон, бензин, бутилацетат, аммиак, этилацетат, серная кислота, марганец, хром, свинец и др. [1].

Начало XX в. характеризовалось бурным развитием химической промышленности. В свое время успехи развития принесли несомненную пользу. В настоящее время стали очевидны отрицательные последствия этого процесса.

Во-первых, с каждым годом увеличивается выброс химических соединений в окружающую среду. По оценке Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), из более чем 6 млн известных химических соединений практически используется до 500 тыс. соединений, из них около 40 тыс. обладают вредными для человека свойствами, а 12 тыс. токсичны. Каждая люминесцентная лампа содержит 150 мг ртути. Например, одна разбитая лампа загрязняет на уровне ПДК 500 тыс. m^3 воздуха.

Во-вторых, замена натуральных материалов на синтетические приводит к целому ряду непредвиденных последствий. В биохимические циклы включается большой перечень синтетических соединений, не свойственных для естественных природных сред. Например, если в водоем попадает мыло, основой которого являются природные соединения – жиры, то вода самоочищается. Если же в воду попадают синтетические моющие средства, содержащие фосфаты, то это приводит к размножению синезеленых водорослей, и водоем погибает.

Многие химические соединения способны передаваться по пищевым цепям и накапливаться в живых организмах, вследствие чего возрастает химическая нагрузка на организм человека. Под химической нагрузкой подразумевается общее количество вредных и токсичных веществ, которые попадают в организм человека за время его жизни. Предприятия химической и нефтехимической промышленности являются источниками целого ряда разнообразных токсичных веществ. К ним в первую очередь следует отнести органические растворители, амины, альдегиды, хлор, оксиды серы и азота, соединения фосфора, ртути. Среди загрязняющих веществ выделяется сернистый ангидрид – ядовитый газ, легко растворимый в воде. Концентрация сернистого газа в атмосфере особенно высока в окрестностях медеплавильных заводов. Он вызывает разрушение хлорофилла, недоразвитие пыльцевых зерен, засыхание и опадание листьев, хвои. В результате сжигания различного топлива в атмосферу ежегодно выбрасывается около 20 млрд т углекислого газа. Антропогенные выбросы углекислого газа превышают естественные и составляют в настоящее время большую долю его количества, нарушают прозрачность атмосферы, а следовательно, ее тепловой баланс.

Постоянное увеличение водопотребления на планете, что обуславливает необходимость разработки мероприятий по рентабельному использованию водных ресурсов. Кроме высокого уровня расхода, нехватки воды наблюдается ее растущее загрязнение вследствие сброса в реки отходов промышленности, особенно химического производства, и коммунальных сточных вод. Органические соединения, такие как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и фенолы, являются глобальной экологической проблемой, поскольку они вызывают воспаление и рак человеческой кожи. Как известно, существуют два типа антропогенных источника углеводородов: это петрогенные и пирогенные источники [4].

Каспийское море представляет очень чувствительную экосистему. За последние двадцатилетия под воздействием антропогенных и биохимических факторов резко ухудшилось состояние экосистем в целом, и особенно северо-восточной части моря. Наблюдения недавних лет показывают, что воды Каспия, в особенности вдоль побережья Национального парка, загрязнены так же нефтью и сточными водами. В течение последних нескольких десятилетий индустриализация и урбанизация в Каспийском регионе развивается быстро и связанное с этим увеличение содержания углеводородов вызывает озабоченность в этом регионе. Морская добыча нефти и её аварийные разливы, промышленные отходы, сточные воды, сбросы, стекающие с речной водой, считаются основным источником антропогенных углеводородов в морской среде [2]. Предполагается, что основным источником нефтяного загрязнения в Каспийском море является промышленность. Общее количество промышленного отхода выбрасываемого в Каспийское море в среднем составляет 2342,0 млн м³ в год. Такие воды содержат 122,5 тыс. т нефти, 1,1 тыс. т фенолов, 9,9 тыс. т продуктов органической химии.

Загрязнение почвенного покрова ядохимикатами и отходами промышленных предприятий, ртутью, свинцом, железом, медью, цинком, марганцем, никелем, алюминием и другими металлами (вблизи крупных центров черной и цветной металлургии), радиоактивными элементами (в результате выпадения осадков от атомных взрывов или при удалении жидких и твердых отходов промышленных предприятий, атомных станций или научно-исследовательских институтов, связанных с изучением и использованием атомной энергии), стойкими органическими соединениями, применяемыми в качестве ядохимикатов накапливаются в почве и воде и, главное, включаются в экологические пищевые цепи: переходят из почвы и воды в растения, в животных и в итоге поступают в организм человека с пищей [6]. Неумелое и бесконтрольное использование любых удобрений и ядохимикатов приводит к нарушению круговорота веществ в биосфере. Важной частью почвы является сложный комплекс специфических органических соединений. Наземные и внутренние почвенные организмы после своего отмирания в виде безжизненного органического вещества поступают в почву. В результате микробиологических и частично химических и физико-химических процессов эти вещества подвергаются сложным биохимическим преобразованиям. Органические соединения, поступающие в почву в составе остатков растительных и животных организмов, либо разрушаются до простых неорганических соединений (СО₂, Н₂О, NH₃ и др.), либо преобразуются в новые органические соединения.

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов – профессиональная деятельность, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение загрязнения, деградации, повреждения, истощения, разрушения, уничтожения и иного вредного воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности и ликвидацию ее последствий .

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдановский Г. А. Химическая экология // Г. А. Богдановский. – М. : МГУ, 1994. – 237 с.
2. Будыко М. И. Глобальная экология / М. И. Будыко // – М., 1972. – 327 с.

3. Каспийское море. Состояние Окружающей среды // Доклад временного Секретариата Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря и бюро управления и координации проекта «КАСПЭКО», 2011. – С. 28.

4. Новиков Ю. В. Экология окружающей среды и человека / Ю. ВУ. Новиков // Москва. – 2005. – С. 347.

5. Страдомская А. Г. Уровень загрязненности воды и донных отложений мелководных участков Каспия нефтепродуктами и основные пути их поступления / А. Г. Страдомская, А. Д. Семенов // Тез. Докл. Второй Всес. конф. по рыбохозяйственной токсикологии. – Т. 2. – СПб, 1991. – С. 194–195.

6. Blummer M. Polycyclic aromatic compounds in nature / M. Blummer // – Scientific American Journal. – 1976. – No 234. – P. 34–45.

УДК 504; 614; 631

ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ НЕФТЕБУРОВЫХ ШЛАМОВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ АМБАРОВ

Поздняков Сергей Александрович, младший научный сотрудник, ФГБУ «ЦСП» Минздрава России, Россия, г. Москва, *segeus@gmail.com*

Кеслер Ксения Эдуардовна, младший научный сотрудник, ФГБУ «ЦСП» Минздрава России, Россия, г. Москва, *kesler_ksenia@mail.ru*

Воронина Людмила Петровна, доктор биологических наук, ФГБУ «ЦСП» Минздрава России, РФ, г. Москва, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Россия, г. Москва; *ludmila.voronina@gmail.com*

Проведенные нами исследования образцов нефтебуровых шламов (НБШ) из амбаров на территории ХМАО-Югры, образующихся при бурении нефтяных скважин, позволили сформировать схему их эффективного обезвреживания при рекультивации амбаров с использованием физико-химических методов и методов биотестирования. Подчеркивается необходимость проведения комплексных мероприятий по обезвреживанию нефтебуровых шламов, что определяется рядом маркерных характеристик образцов.

Ключевые слова: нефтебуровые отходы, нефтебуровые шламы, обезвреживание, окружающая среда.

THE APPROACH TO STUDYING AND NEUTRALIZATION PETROLEUM SLUDGE AS A PART OF UTILIZATION OF SLUDGE PITS

Pozdniakov S. A., Kesler K. E., Voronina L. P.

Due to our researches of waste samples (oil drilling sludge) from sludge pits of ХМАО-Ugra, formed during the drilling of oil wells, we created a scheme of effective ways of neutralization of this wastes and utilization of sludge pits by using of chemical and biological methods. The article emphasizes the need of complex ways for neutralization of oil drilling sludge that determines with it's marker characteristics.

Key words: oil drilling waste, oil drilling sludge, neutralization, environment.

Рекультивация амбаров, включающая обезвреживание *in situ* нефтебуровых шламов (НБШ), сложных по компонентному составу и, как правило, состоящих из нескольких фаз, в соответствии с российскими и международными требованиями, рассматривается с ряда позиций: проведение предварительных исследований образцов НБШ, планирование степени восстановительных работ, экономичность, использование безопасных технологий и т. д. [6]. Эти вопросы связаны и решаются, прежде всего, в совокупности с развитием научно-исследовательских работ в области изучения отходов и касаются многих теоретических вопросов: подход к изучению отходов, определение степени опасности, необходимости их обезвреживания [1, 3, 5, 9].

Нами были проанализированы образцы нефтебуровых шламов, образующихся при бурении нефтяных скважин, из амбаров на территории ХМАО-Югры. На основании проведенных исследований была разработана схема экспериментального изучения данного вида отхода.

Схема анализа НБШ:

- 1) разделение НБШ на твердую и жидкую фазы, определение соотношения этих фаз;
- 2) проведение химического анализа НБШ каждой фазы отдельно: определение элементного состава: подвижных форм и валового содержания. Определение органического состава (качественного и количественного);
- 3) определение класса опасности;
- 4) составление плана мероприятий по обезвреживанию НБШ.

Характеристика образцов НБШ по качественному и количественному химическому составу, наличию токсичных веществ позволяет найти подход к определению эффективного способа обезвреживания и контроля его качества.

Трудно рассчитывать на процессы самовосстановления для данного вида отходов, независимо от класса опасности, особенно в северном регионе [2, 8, 10]. Для наиболее оптимального и в то же время экологически безопасного обращения с нефтебуровыми шламами при рекультивации амбаров нами предложено обезвреживание отхода *in situ* с применением биологических методов [13]. Обезвреживание НБШ заключается в переводе из более высокого класса опасности в более низкий.

Для накопившихся в амбарах нефтебуровых шламов важно провести основные этапы обезвреживания, которыми достигается стабильность процессов самоочищения.

Схема рекультивации амбаров с этапами обезвреживания нефтебурового шлама *in situ*:

- 1) анализ НБШ с определением класса опасности;
- 2) удаление жидкой фракции НБШ из амбара (если она присутствует в избыточном количестве – более 25 %);
- 3) создание оптимальных условий для микробиологической деструкции нефтеуглеводородов: устранение избыточного загрязнения тяжелыми металлами с помощью сорбентов, регулирование pH;
- 4) внесение микробиологических препаратов (микроорганизмов-деструкторов) и веществ, стимулирующих аборигенные микроорганизмы;
- 5) подготовка объекта к фиторемедиации и её проведение;
- 6) контроль качества проведенных работ (в том числе определение класса опасности «переработанного» отхода).

При рекультивации необходимо учитывать особенности местонахождения амбаров, объемы и давность их наполнения. Основные позиции по обезвреживанию НБШ, включенные в технологию, должны учитывать всю сложность и многокомпонентность данного отхода [7]. Присутствие жидкой фазы в НБШ является основным препятствием для начала рекультивационных мероприятий шламовых амбаров. В ходе исследования установлен критерий по процентному содержанию жидкой фазы в отходе, который не должен превышать 25 %, т. к. для данной зоны превышение является критичным, представляя опасность попадания нефти в открытые водоемы, водоохранные территории и грунтовые воды за счет латерального смыва и миграционного проникновения.

Условия проведения мероприятий с применением экологически безопасных биологических методов: содержание углеводородов от 500 до 10000 мг/кг, температура 10–35 °С, pH в интервале 5,5–7,5, аэрация, наличие необходимых биогенных элементов. При повышенной концентрации углеводородов нефти (> 4–5 масс. %) происходит ингибирование деструкторов, как аборигенных, так и инокулированных, и процесс тормозится. В случае сильного загрязнения добавляется этап сорбционной биodeградации нефтеуглеводородов.

Ещё очень важным свойством сорбентов является обеспечение локализации загрязнителей [4, 11, 12].

Важно учитывать, что большое содержание тяжелых металлов в подвижной форме приводит к замедлению процессов микробиологической деструкции углеводов. В связи с этим возникает необходимость применения сорбентов, способствующих иммобилизации тяжелых металлов.

Оценка степени опасности нефтебурового шлама и оценка качества проведенных по обезвреживанию мероприятий должна проводиться путем химического анализа и определения класса опасности отхода до и после обезвреживания. Использование точных химических анализов и биотестирования для выбора методов обезвреживания нефтебуровых шламов и рекультивации загрязненных территорий, а также контроль качества выполненных работ позволит значительно улучшить эффективность природоохранных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донерьян Л. Г. Биологические методы контроля объектов окружающей среды как дополнение токсикологических исследований / Л. Г. Донерьян, М. А. Водянова // Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения. – 2017. – С. 144–147.
2. Другов Ю. С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов : Практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – СПб, 2000. – 248 с.
3. Ермаков В. В. Определение класса опасности нефтешламов / В. В. Ермаков, А. Н. Сухонослова, Д. Е. Быков, Д. А. Пирожков // Экология и промышленность России. – 2008. – № 7. – С. 14–16.
4. Зденко А. Микроорганизмы на месторождении: союзники или враги? / А. Зденко, Б. Эстейн, К. Кэйли, Г. Сантош и др. // Нефтегазовое образование. – 2013. – Том 24. – № 2.
5. Иларионов С. А. Восстановление почвенного биоценоза, подвергнутого нефтяному загрязнению / С. А. Иларионов, С. Ю. Иларионова, А. В. Назаров, И. Г. Калачникова // Письма в международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". – 2005. – № 1. – С. 56–59.
6. Крятов И. А. Гармонизация гигиенических нормативов для приоритетных загрязнений почвы с международными рекомендациями / И. А. Крятов и др. // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94. – № 7. – С. 42–48.
7. Пименов А. А. О подходах к классификации отходов нефтегазовой отрасли и побочных продуктов нефтепереработки / А. А. Пименов, Д. Е. Быков, А. В. Васильев // Вестн. Самар. Гос. Техн. Ун-та. Сер. Технические науки. – 2014. – № 4 (44). – С. 183–189.
8. Пислегин Д. В. Классификация площадок геологоразведочных скважин по степени опасности в Западной Сибири / Д. В. Пислегин, А. В. Соромотин // Вестник Тюменского государственного университета. Науки о Земле. – 2014. – № 4. – С. 76–82.
9. Подавалов Ю. А. Экология нефтегазового производства / Ю. А. Подавалов. – М. : Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с.
10. Соромотин А. В. Воздействие добычи нефти на таежные экосистемы Западной Сибири / А. В. Соромотин. – Тюмень : Изд-во ТюмГУ. – 2010. – 320 с.
11. Справочник. Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. – М. : РЭФИА, НИА-Природа, 2001. – 185 с.
12. Andreoni V. Bioremediation and monitoring of aromatic-polluted habitats / V. Andreoni, L. Gianfreda // Appl Microbiol Biotechnol. – 2007. – 76. – P. 287–308.
13. Song H. G. Bioremediation potential of terrestrial fuel spills, Appl / H. G. Song, G. X. Wang and R. Bartha // Environ. Microbiol. – 56. – 1990. – P. 641–651.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ И ТЯЖЕЛЫМИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОЧВ

Воронцова Зарема Исламовна, кандидат философских наук, доцент кафедры организации землепользования и экономики, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», Россия, Республика Адыгея, zarema1980@mail.ru

Темрюк Мариет Шамсудиновна, старший преподаватель кафедры организации землепользования и экономики, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», Россия, Республика Адыгея, temryuk.mariyet@bk.ru

Проведен анализ существующих методов рекультивации нефтезагрязненных почв, определены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: рекультивация, отходы, загрязнение, нефть, нефтепродукты, окружающая среда.

RECLAMATION OF SOIL POLLUTED BY OIL AND HEAVY OIL PRODUCTS

Vorontsov Z. I., Temryuk M.

The analysis of existing methods of remediation of oil-contaminated soils, identified their advantages and disadvantages.

Key words: reclamation, waste, pollution, oil, oil products, environment.

Одной из важнейших проблем нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности является проблема охраны производственной и окружающей среды. Нефтеперерабатывающую промышленность в настоящее время вполне справедливо относят к тем отраслям народного хозяйства, которые в наибольшей степени ответственны за сохранение окружающей среды и здоровье населения.

ЗАО «Краснодарский нефтеперерабатывающий завод Краснодарэконнефть» (ЗАО «КНПЗ-КЭН») – одно из старейших предприятий отрасли, выпускающее высококачественную продукцию, удовлетворяющую требованиям российских и международных стандартов. Действующие технологические установки позволяют заводу выпускать широкий ассортимент продукции.

ЗАО «КНПЗ-КЭН» является нефтеперерабатывающим предприятием неполного цикла. На сегодняшний день это единственный в РФ исполнитель государственного заказа по выпуску стратегически важного топлива Т-1 (повышенной плотности), используемого для заправки реактивных двигателей. Также предприятие выпускает сырье для нефтехимической промышленности, битум, различные марки дизельного топлива. Благодаря удачному с географической точки зрения местоположению, ЗАО «КНПЗ-КЭН» располагает обширными партнерскими связями и выгодными контрактами с множеством предприятий России и ближнего зарубежья.

Краснодарский нефтеперерабатывающий завод был построен в 1911 г. Необходимость его возведения была продиктована наличием крупных нефтяных месторождений, обнаруженных в данном регионе в начале прошлого века. Удачное месторасположение, близость к морским грузовым терминалам обуславливают коммерческую привлекательность Краснодарского НПЗ и является существенной предпосылкой для создания актуальных логистических схем транспортировки и реализации нефтепродуктов.

Промышленная площадка ЗАО «КНПЗ-КЭН» находится на южной окраине г. Краснодара в излучине реки Кубани. С севера предприятие граничит с территорией ОАО «Станкостроительный завод имени Седина», с юго-запада, юга и юго-востока – с поймой реки Кубань. С северо-западной стороны граница промышленной площадки проходит параллельно железнодорожным путям, за которыми расположена улица Захарова. По правой (нечетной) стороне улицы Захарова расположена промзона, по левой (четной) – жилая зона. Ближайшая жилая застройка расположена на расстоянии 200 м от

промплощадки предприятия, расстояние от резервуарного парка до жилья составляет 250 м, от технологических установок – 500–700 м. Периметр предприятия 3700 м, площадь 64,4 га.

Сырье предприятия — малосернистые краснодарские и западно-сибирские нефти с содержанием серы до 0,6 %, поступающие на предприятие по трубопроводам и в железнодорожных цистернах. Попадая в почву, нефтепродукты претерпевают количественные и качественные изменения за счет испарения, вымывания, ультрафиолетового разложения и микробиологического окисления.

Нефтепродукты являются токсичными веществами третьего класса опасности. Попав в грунт, они образуют пленку, ухудшающую воздухо- и водообмен. В результате погибают растения и микроорганизмы. Процесс разложения нефтепродуктов протекает крайне медленно. За три-четыре года происходит окисление некоторых компонентов. Образуются пирены, которые через 25–30 лет превращаются в самые токсичные вещества первого класса опасности – бензопирены. Они могут спровоцировать раковые заболевания. Под действием нефтепродуктов почва с течением времени разрушается.

Данное предприятие является крупным загрязнителем окружающей среды с большим количеством источников выбросов в атмосферу (16). В атмосферу г. Краснодара выбрасывается 29 вредных ингредиентов. Всего на предприятии 177 источников выбросов вредных веществ в атмосферу, из них 45 организованных, 132 – неорганизованных. Количество фактического образования отходов не превышает лимит образования. На предприятии налажен учет образования, временного размещения и передачи отходов организациям, имеющим лицензию на утилизацию опасных отходов. На предприятии ведется учет забранной, использованной и отведенной воды, результаты учета заносятся в специальные предусмотренные журналы. По итогам года составляется отчет, который предоставляется в специально уполномоченные органы.

Согласно СанПиН п. 13 нормативная СЗЗ для промплощадки ЗАО «КНПЗ-КЭН» составляет 1000 м. Однако, ближайшая жилая застройка расположена на расстоянии 130 м от границы предприятия. Нормативная СЗЗ не соблюдается. Комплекс очистных сооружений ЗАО «КНПЗ-КЭП» предназначен для механической и физико-химической очистки сточных вод от примесей нефти и нефтепродуктов, механических примесей и других компонентов. Установлено, что ЗАО «КНПЗ-КЭП» относится к 2-й категории опасности, вода, сбрасываемая в реку Кубань, относится к третьей группе, качество воды – «Умеренно загрязненная». Можно констатировать, что проблема загрязнения почв нефтепродуктами в районе расположения предприятия существует. Однако, загрязненную почву можно рекультивировать. Рекультивация земель, загрязненных нефтью и тяжелыми нефтепродуктами, предполагает снижение их содержания в почве и воде до биологически безопасных концентраций. Однако, величина этих концентраций до настоящего времени не установлена из-за сложного и непостоянного химического состава нефти и вряд ли будет установлена однозначно.

Рекультивация – это комплекс мер, направленных на восстановление прежних плодородных качеств земли, ее биологической и хозяйственной ценности, а также на улучшение условий окружающей природной среды. В лабораторных условиях на сегодняшний день нам доступны такие методы рекультивации, как:

1. Фиторекультивация. Травянистые растения улучшают структуру, увеличивают воздухопроницаемость почв. Они поглощают мутагенные, канцерогенные и другие биологически опасные продукты распада нефти, препятствуют вымыванию из рекультивируемого слоя почвы элементов минерального питания. Корневые выделения и продукты разложения трав способствуют развитию многовидовой почвенной биоты. Для нашей местности характерны такие нефтеустойчивые растения, как клевер, рогоз, осока, щавель и др.

2. Компостирование – это укладывание слоями остатков растений, навоза, неспелого компоста, соломы и т. д. для перегнивания непосредственно на поверхности почвы. Компост, как губка, отлично впитывает воду и хорошо пропускает воздух. Эти свойства позволяют ему оживлять верхние слои почвы и улучшать их структуру.

3. Активация почв аборигенной микрофлорой. Изобретение относится к биотехнологии и позволяет сократить продолжительность выделения аборигенных нефтеокисляющих микроорганизмов-деструкторов, упростить технологию наработки биомассы штаммов-деструкторов.

4. Внесение органических удобрений в почву. Органические удобрения улучшают структуру почвы, склеивая бесструктурные частицы в комочки и создавая свободное пространство между ними. Структурный грунт имеет лучшую воздухо- и водопроницаемость, дольше сохраняет тепло и удерживает питательные вещества.

5. Микробиологическая очистка. Естественные процессы восстановления природных систем после нефтяного загрязнения весьма продолжительны по времени, а главными агентами их самоочищения являются естественные деструкторы – углеводородокисляющие микроорганизмы. Такие организмы содержатся, например, в торфе. Существуют выведенные штаммы микроорганизмов, способных за короткое время практически полностью утилизировать нефтяные продукты.

Несмотря на разнообразие методов рекультивации ситуация с загрязненными нефтью почвами в нашем крае неутешительная. Основной причиной сложившегося положения является низкая технологическая дисциплина и многочисленные ошибки, а также намеренные упрощения технологии рекультивационных работ.

Процесс удаления разлитой нефти и нефтепродуктов требует довольно сложной технологии, как для подготовки загрязнённого участка, так и для самого процесса рекультивации. Стратегия очистки нефтезагрязнённой почвы зависит от следующих основных моментов. Во-первых, от того, сколько нефти было вылит на данной местности. Во-вторых – в какой ландшафтно-географической зоне произошёл разлив нефти, и в-третьих – какие средства доступны для ликвидации нефтяного загрязнения. Рекультивация – хороший способ, чтобы снизить экологическую нагрузку на природную среду и улучшить санитарное состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков В. Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В. Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель. – Ростов-на-Дону : СКНЦ ВШ, 1996. – 192 с.
2. Воронцова З. И. О комплексности почвозащитных мероприятий / З. И. Воронцова, М. В. Шартан, Д. Ю. Сомова // Современная наука : теоретический и практический взгляд : с. науч. тр. по материалам XIII регион. научн. конф. – 2016. – С. 105–109.
3. Оценка риска здоровья населения от выбросов в атмосферный воздух химическими веществами : Сборник отчетов. – Краснодар, 2012. – 312 с.
4. Сологуб М. А. Пути решения неэффективного использования земель сельскохозяйственного назначения / М. А. Сологуб, З. И. Воронцова // Наука XXI века : проблемы, перспективы, информационное обеспечение / Сб. науч. тр. по материалам XV регион. научн. конф. – 2017. – С. 235–240.

УГЛЕВОДОРОДООКИСЛЯЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОЧВЫ ПОБЕРЕЖЬЯ г. БАЛЫКЧЫ

Конурбаева Махабат Уларбековна, кандидат биологических наук, Кыргызско-Турецкого университета “Манас”, Кыргызстан, г. Бишкек, *mahabat.konurbaeva@mail.ru*

В лабораторном эксперименте исследована местная аборигенная микрофлора почв побережья г. Балыкчы в условиях загрязнения нефтепродуктами. Выделены штаммы бактерий, обладающие более высокой деструктивной способностью по отношению к нефтепродуктам.

Ключевые слова: аборигенная микрофлора, загрязненная почва нефтепродуктами, углеводородоокисляющая способность.

HYDROCARBON-OXIDIZING ABILITY OF MICROORGANISMS ISOLATED FROM OIL-POLLUTED OIL PRODUCTS OF BALYKCHY COASTAL SOIL

Konurbaeva M. U.

In the laboratory experiment, the local indigenous microflora of the soils of the coast of the city of Balykchy was investigated under conditions of pollution with oil products. Bacterial strains with a higher destructive ability with respect to petroleum products have been isolated.

Key words: native microflora, soil contaminated with petroleum products, hydrocarbon-oxidizing ability.

В настоящее время нефть и нефтепродукты признаны распространенными и опасными загрязнителями окружающей среды. Даже при современных достижениях по охране окружающей среды загрязнение почвогрунтов нефтью в процессе её добычи, транспортировки и хранения остается проблемой нерешенной. Поступление нефти в окружающую среду связано с утечкой ее из поврежденных трубопроводов. Из-за высокой степени загрязнения имеет место отчуждение из сельскохозяйственного оборота земельных угодий, которые становятся непригодными, а при высоких концентрациях наблюдается и гибель организмов почвы.

Наиболее токсичными компонентами нефти являются ароматические углеводороды. Углеводороды являются быстро распространяющимися и медленно деградирующими в естественных условиях загрязнителями. В нефти содержание полициклических ароматических углеводородов составляют 1–4 %.

При наличии больших площадей загрязненных почв эффективно проводить обработку биодеструкторами, при этом отсутствует необходимость в транспортировке загрязненных почв. Внесение в загрязненную почву чистых культур, способных окислять углеводороды нефти, приводит к ускорению очистки почвы и позволяет обеспечить стабильность процесса биологического распада при относительно невысокой стоимости очистки.

Кыргызстан небогат нефтяными месторождениями, всего в стране 17 мест добычи нефти. В одиннадцати из них добывается только нефть, в остальных шести – еще и газ. Почти все (16) нефтяные и нефтегазовые месторождения относятся к мелким, их запасы не превышают 5 млн т или 36 млн баррелей. Поэтому в местах добычи нефти ситуации с утечкой случаются крайне редко, в основном аварийные ситуации происходят или во время транспортировки, или во время хранения. Так, в 1990-х гг. на нефтебазе в г. Балыкчы произошла утечка солянки из 400-тонной цистерны. По мнению экспертов, на сегодняшний день утечка горючесмазочных материалов составила 600 т (примерно 4,4 тыс. баррелей). Об этом уже неоднократно писали СМИ, поднимало вопрос местное население, а также общественные объединения. Катастрофической ситуацией в этой проблеме является и то, что утечка произошла вблизи озера Иссык-Куль, всего в 20 м от побережья. Глубина проникновения в отдельных местах достигает до 3,6 метра. Растительность на этом участке отсутствует, отдельные деревья засохшие, безжизненные.

Из территории нефтебазы нами из почв, загрязненных нефтепродуктами, была исследована аборигенная местная микрофлора. При проведении серийных повторностей, нами были выделены самые активные штаммы-деструкторы, которые при лабораторных исследованиях показали высокую углеводородоокисляющую активность.

Первичные анализы микрофлоры почв, загрязненных нефтепродуктами, были очень скудными, микрофлора, растущая на мясо-пептонной среде насчитывала всего несколькими видами микроорганизмов, среди которых доминирующим были бактерии рода *Pseudomonas sp.*, затем *Micrococcus* и *Bacillus*. Надо отметить, на участках, где загрязнения были в значительных дозах, выделяли, только один вид бактерий – это бактерии *Pseudomonas spp.* Среди других групп микроорганизмов были выделены грибы из родов *Aspergillus*, *Chaetium*, *Cladosporium*, которые также встречались единичными колониями.

В лабораторных условиях с образцами почв, загрязненных нефтепродуктами, проводили модельные опыты в течение трех мес. В качестве основы биопрепарата использовали штамм бактерии из рода *Pseudomonas sp.*, изолированный из местной микробиоты. Если в начале опыта содержание нефтепродукта составляла 8335 мг/кг почвы, то в конце 3-го месяца содержание нефтепродуктов уменьшилось до 3583 мг/кг почвы, которое в процентном отношении составило 43 % очистки биопрепаратом.

После применения биопрепарата микрофлора стала более насыщенной, обогатилась в первую очередь микромицетами, были выявлены такие роды как *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Chaetium*, *Acremonium*, наблюдался рост числа аммонификаторов, бациллярных видов. Если ранее рост олиготрофов отсутствовал полностью, после применения стали проявляться единичные колонии *Streptomyces sp.*; даже имел рост очень чувствительный по отношению к нефтепродуктам микроорганизм *Azotobacter sp.*

Таким образом, полученные по микробиологическим исследованиям результаты почва, загрязненной нефтепродуктами, которые обрабатывались трижды (в месяц 1 раз) биопрепаратом на основе штамма бактерии *Pseudomonas sp.*, дают нам основание говорить об углеводородоокисляющей способности аборигенного штамма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдова С. Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде : Учеб. пособие / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. – М. : Изд-во РУДН, 2004. – 163 с: ил.
2. Панов А. В. Влияние загрязнения почвы на состав микробного сообщества / А. В. Панов, Т. З. Есикова, С. Л. Соколов, И. А. Кошелева, А. М. Боронин // Микробиология. – 2013. – Т. 82. – № 2. – С. 239–246.
3. Смирнов В. В. Бактерии рода *Pseudomonas* / В. В. Смирнов, Е. А. Киприанова. – Киев : Наук. думка, 1990. – С. 84–111.
4. Siciliano S. D. Mechanisms of phytoremediation: biochemical and ecological interactions between plants and bacteria / S. D. Siciliano, J. J. Germida // Environ. Rev. – 1998. – Vol. 6. – P. 65–79.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://24.kg/obschestvo/35285_zaschita_issyik-kulya_razgovory_i_tolko/

БИОРЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДАМИ НЕФТИ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СОРБЦИОННОЙ БИОРЕМЕДИАЦИИ

Васильева Галина Кирилловна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, доцент ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, *Россия*, г. Пущино Московской обл., gkvasilyeva@mail.ru

Зиннатшина Лидия Викторовна, младший научный сотрудник ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, *Россия*, г. Пущино Московской обл.

Ахметов Ленар Имаметдинович, кандидат биологических наук, научный сотрудник ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт биохимии и физиологии микроорганизмов РАН им. Г. К. Скрыбина, *Россия*, г. Пущино Московской обл.

Сушкова Светлана Николаевна, кандидат биологических наук, зав. лабораторией, Южный Федеральный Университет, *Россия*, г. Ростов.

Внесение оптимальных доз натуральных сорбентов разных классов повышает скорость биоремедиации нефтезагрязненных почв за счет снижения их гидрофобности и биотоксичности вследствие преимущественно обратимой сорбции токсичных компонентов нефти и их метаболитов.

Ключевые слова: углеводороды нефти, биоремедиация, сорбенты.

BIORECULTIVATION OF SOILS CONTAMINATED WITH PETROLEUM HYDROCARBONS THROUGH THE USE OF ADSORPTIVE BIOREMEDIATION

Vasilyeva G. K., Zinnatshina L. V., Akhmetov L. I., Sushkova S. N.

Use of natural adsorbents may substantially improve bioremediation of soils contaminated with petroleum hydrocarbons. Introduction of optimal doses of natural adsorbents accelerates the petroleum hydrocarbon biodegradation due to reduction of the soil hydrophobicity and their biotoxicity because of mostly reversible adsorption of toxic hydrocarbons and their metabolites.

Keywords: petroleum hydrocarbons, soil bioremediation, adsorbents

Глобальный транспорт и использование нефти и нефтепродуктов в качестве одного из основных видов топлива сделал углеводороды нефти одним из основных загрязнителей окружающей среды. Так, в 2016 г. в РФ официально зафиксировано 3048 фактов разлива нефти и ее производных. В результате в окружающую среду поступило более 2200 м³ нефти и нефтепродуктов и было загрязнено около 7500 га земель, а общий ущерб составил 262,6 млн. руб. (Государственный доклад о состоянии окружающей среды, 2017). Серьезным источником загрязнения почв углеводородами нефти (УВН) являются утечки и разливы нефтепродуктов на территории АЗС и автотранспортных организаций.

Из всех методов очистки почвы от нефти и нефтепродуктов наиболее экономичным и экологичным является биорекультивация *in situ*, основанная на активации аборигенных или инокулированных микроорганизмов-деструкторов. Однако технологии биоремедиации еще не всегда приносят желаемые результаты вследствие высокой сайт-специфичности метода, длительности очистки, ингибирования нефтедеструкторов в сильно загрязненных почвах и высокой вероятности загрязнения грунтовых вод.

Ранее нами был разработан сорбционно-биологический метод очистки почв, сильно загрязненных различными органическими поллютантами (хлоранилины и их производные, гербициды, 2,4,6-тринитротолуол, полихлорированные бифенилы, углеводороды нефти), основанный на использовании гранулированного активированного угля для расширения возможностей и повышения эффективности процесса биоремедиации [1, 2].

Цель данного исследования состояла в изучении влияния ряда натуральных сорбентов минерального, углеродистого и органического классов на свойства и скорость биоремедиации почв, загрязненных углеводородами нефти. Исследования проводили на серой лесной почве, отобранной на незагрязненном участке вблизи г. Пущино (суглинистая, pH 6,3; Сорп

1,8 %). Модельные эксперименты проводили в вегетационных сосудах на 2,2 л с почвой, загрязненной смесью состаренного отработанного моторного масла и дизельного топлива с исходной концентрацией УВН 47 г/кг. В эксперименте использовали сорбенты трех классов: минеральные (цеолит, каолинит, вермикулит и диатомит), углеродистые (гранулированный активированный уголь – ГАУ и биочар) и органические (торф и древесные опилки). В загрязненную почву вносили разные дозы сорбентов (0,2; 0,5; 1, 2 и 5 %) и обрабатывали ее с помощью обычных приемов биоремедиации: внесение минеральных удобрений, периодическое увлажнение и перемешивание. Периодически отбирали образцы почвы и анализировали их на содержание УВН методом ИК-спектрометрии, определяли рН почвы, а также фитотоксичность почвы по всхожести клевера белого и по фитомассе растений. В конце эксперимента определяли пористость и влагоемкость почвы методом цилиндров с насыпными образцами.

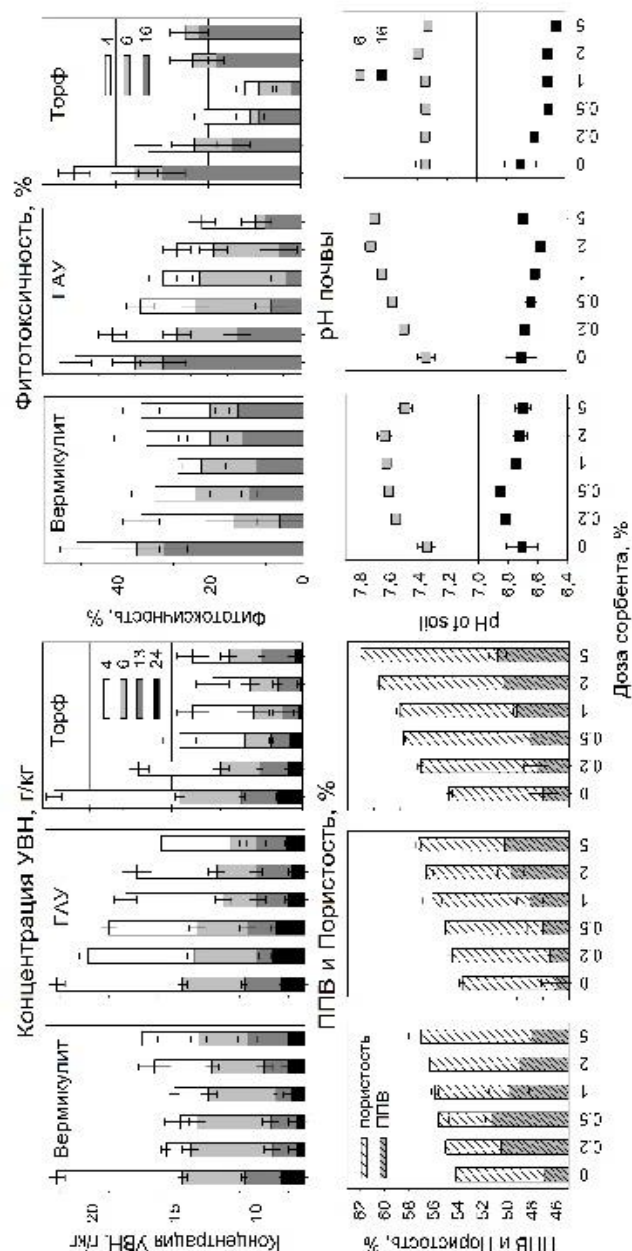


Рисунок 1 – Влияние разных доз сорбентов (вермикулит, гранулированный активированный уголь и торф на остаточные концентрации УВН через 4, 6, 13 и 24 мес., фитотоксичность почв через 4, 6 и 16 мес., на пористость и ППВ через 4 мес., а также на рН почв через 6 и 16 мес. сорбентов разных классов по отношению к нефти и нефтепродуктам

На рисунке 1 показаны результаты модельного эксперимента с отдельными представителями минеральных (вермикулит) углеродистых (ГАУ) и органических (торф) сорбентов. С остальными сорбентами получены близкие результаты. Установлено, что внесение практически всех доз сорбентов существенно снижает остаточную концентрацию УВН в почве. Наибольший эффект от внесения сорбентов проявлялся через 4 мес., затем разница между вариантами постепенно снижалась. Полученные результаты согласуются с данными о фитотоксичности почвы, оцениваемой по гибели семян клевера белого (*Trifolium repens*). Эффект от внесения сорбентов проявлялся уже в первый месяц, когда в их присутствии фитотоксичность почв снижалась с 50 до 10–25 %. Вплоть до конца наблюдений фитотоксичность контрольной почвы была повышенной (>30 %), тогда как в присутствии сорбентов она была минимальной (<20 %).

В ходе эксперимента рН почвы колебался под действием различных процессов, но в большинстве образцов этот показатель поддерживался в интервале, близком к оптимальному для большинства индикаторных растений (рН от 6 до 7,5). Однако некоторые сорбенты, внесенные в максимальных дозах, проявляли тенденции к подщелачиванию (цеолит, вермикулит) или подкислению почвы (диатомит, торф, древесные опилки). Кроме того, повышенные дозы сорбентов могли снижать скорость разложения углеводов вследствие снижения микробной доступности сорбированных углеводов. Установлено, что оптимальные дозы минеральных сорбентов лежат в интервале 0,2–0,5 %, а углеродистых и органических – 0,5–2 %.

В условиях 3-летнего эксперимента в микрополевых условиях было доказано, что внесение оптимальных доз сорбентов может существенно ускорить процесс биоремедиации за счет снижения гидрофобности и фитотоксичности почвы в результате преимущественно обратимой сорбции компонентов нефти. Подтверждением тому явились результаты наблюдений за динамикой снижения концентрации УВН и ПАУ, а также численности почвенных микроорганизмов. В присутствии оптимальных доз сорбентов в почве наблюдалось ускорение разложения УВН, при этом не происходило существенного накопления наиболее опасных компонентов нефти (рисунок 2). В конце 3-го сезона обработки во всех вариантах в почве обнаруживали остаточные содержания бенз(а)пирена (БаП) в концентрации 19–24 мкг/кг, т. е. 1–1,2 ПДК (20 мкг/кг), при этом БаП не накапливался в растениях. Его содержание в фитомассе клевера достигало 0,2–1,5 мкг/кг, т. е. 0,04–0,3 ПДК для растений (5 мкг/кг). Кроме того, в вариантах с сорбентами, так же как и в контрольной почве, численность нефтедеструкторов через 1–2 мес обработки повысилась с 0,02 до 50–80 млн КОЕ/г.

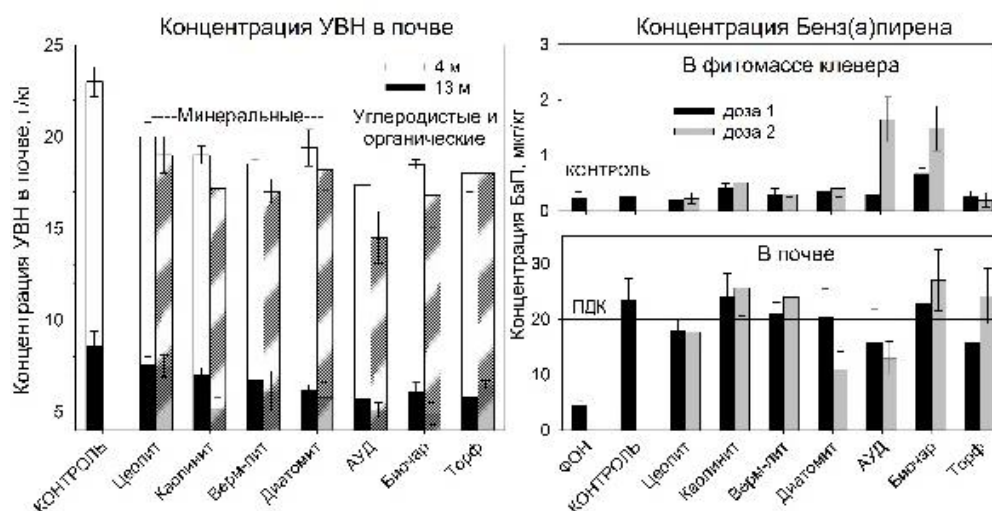


Рисунок 2 – Влияние оптимальных доз сорбентов на остаточные концентрации УВН в почве микрополевого эксперимента через 4 и 13 мес., а также содержание БаП в почве и фитомассе клевера в конце 3-го сезона.

Таким образом, доказано на примере серой лесной почвы, загрязненной углеводородами нефти в дозе 5 %, что внесение оптимальных доз натуральных сорбентов разных классов по-

вышает скорость биоремедиации нефтезагрязненных почв за счет снижения их гидрофобности и биотоксичности. При этом сорбированные компоненты нефти остаются преимущественно доступными микроорганизмам, а наиболее опасные ее компоненты в виде ПАУ, включая бенз(а)пирен, не накапливаются в почве или фитомассе растений выше, чем в контроле.

Статья подготовлена по теме Гос. задания №: АААА-А18-118013190180-9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kondrashina V. S. Influence of activated carbon and other additives on bioremediation rate and characteristics of petroleum-contaminated soils / V. S. Kondrashina, E. R. Strijakova, L. V. Zinatshina, E. A. Bocharnikova, G. K. Vasilyeva // *Soil Science*. – 2019. – Special Issue (*in press*).

2. Vasilyeva G. K. Use of activated carbon for soil bioremediation / G. K. Vasilyeva, E. R. Strijakova, P. J. Shea // In: *Viable methods of soil and water pollution monitoring, protection and remediation*. (I. Twardowska, H. E. Allen and M. H. Haggblom, eds). – Serial NATO Collection, Netherlands, Springer. – 2006, – P. 309–322.

УДК 579.64:58.071

ИЗМЕНЕНИЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ В ПРОЦЕССЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Поляк Юлия Марковна, кандидат технических наук, Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербургский государственный университет, *Россия*, г. Санкт-Петербург, yuliapolyak@mail.ru

Бакина Людмила Георгиевна, доктор биологических наук, Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, *Россия*, г. Санкт-Петербург,

Маячкина Наталья Викторовна, кандидат биологических наук, Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, *Россия*, г. Санкт-Петербург

Аллелопатические эффекты исследовали на примере почвенных микромицетов-токсинообразователей в условиях многолетних полевых опытов. Характерной чертой микобиоты нефтезагрязненных почв являлось увеличение доли фитотоксичных форм микромицетов. Аллелопатическая активность сообщества микромицетов зависела от способа рекультивации загрязненных почв.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, фитотоксичность, микотоксины биостимуляция, биоаугментация.

DYNAMICS OF FUNGAL ALLOPLATIC ACTIVITY DURING REMEDIATION OF OIL-CONTAMINATED SOILS

Polyak Yu. M., Bakina L. G., Mayachkina N. V.

Allelopathic effects were studied for soil toxin-producing fungi in long-term field experiments. Fungal community of oil-contaminated soils was characterized by an increase in the abundance of toxin-producing fungi. The allelopathic activity of fungi depended on the strategy of remediation of contaminated soils.

Keywords: podzolic soil, phytotoxicity, mycotoxins, biostimulation, bioaugmentation.

Аллелопатия – природный процесс, который происходит в любой почвенной экосистеме. За последние десятилетия получены существенные результаты, касающиеся выделения и идентификации метаболитов растений и микроорганизмов с аллелопатическими свойствами, их роли в природных биоценозах [4, 7, 9]. Способностью к образованию аллелопатических соединений обладают представители самых разных таксономических групп микроорганизмов, но фитотоксические свойства наиболее часто проявляют почвенные микромицеты [1, 2,

6]. Известно, что аллелопатические эффекты могут усиливаться в условиях стресса, вызванного неблагоприятными условиями среды, однако данные о проявлениях аллелопатии в антропогенно нарушенных экосистемах ограничены, исследования в основном проводятся в лабораторных условиях, не аналогичных природным [5, 8].

В настоящей работе аллелопатические эффекты изучали на примере почвенных микромицетов-токсикообразователей, проявляющих фитотоксические свойства в нефтезагрязненных почвах подзолистого типа (подзол иллювиально-железистый песчаный и дерново-подзолистая суглинистая почва) в условиях многолетних полевых экспериментов [3, 10]. Исследовали выраженность и динамику аллелопатической активности микобиоты в процессе самоочищения почвы в зависимости от ее типа, и при использовании различных стратегий ремедиации (биостимуляция и биоаугментация).

Характерные черты микобиоты нефтезагрязненных почв проявлялись в уменьшении численности КОЕ, снижении общего видового разнообразия при одновременном возрастании доминирования, смене состава доминирующих видов, увеличении доли фитотоксичных форм микромицетов.

Специфической особенностью нефтезагрязненных почв являлось присутствие в составе сообществ почвенных микромицетов представителей родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*. Так, в загрязненном нефтью песчаном подзоле выявлено появление вида *P. funiculosum*, который при увеличении уровня нефтяного загрязнения становится доминирующим по частоте встречаемости и обилию. Микробная сукцессия сопровождалась усилением фитотоксических свойств почвенных микромицетов. Максимальные отличия состава и структуры грибных сообществ были характерны для почвы с наиболее высоким уровнем загрязнения.

Аллелопатическая активность микромицетов нефтезагрязненных почв зависела от времени, прошедшего с момента загрязнения. Несмотря на то, что токсическое действие нефти со временем снижалось (в связи с процессами самоочищения, испарением и разложением легких фракций), токсикоз, обусловленный аллелопатической активностью микроскопических грибов, напротив, усиливался и сохранялся на протяжении нескольких лет.

Применение различных методов рекультивации, в том числе биостимуляции и биоаугментации, способствовало снижению уровня фитотоксичности почвы. Тем не менее результаты исследования процессов рекультивации с использованием различных биопрепаратов-нефтедеструкторов показали, что некоторые препараты могут оказывать отрицательное действие на почвенные микробиологические процессы (уменьшение биологической активности почвы, замедленная скорость разложения нефтепродуктов). Одной из причин отрицательного эффекта является усиление фитотоксичности вследствие развития токсигенных грибов. В то же время высокоэффективные препараты способствуют активному очищению и «оздоровлению» нефтезагрязненных почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берестецкий О. А. Фитотоксины почвенных микроорганизмов и их экологическая роль / О. А. Берестецкий // Фитотоксические свойства почвенных микроорганизмов. – Л. : ВНИИ с.-х. микробиологии, 1978. – С. 7–31.
2. Берестецкий А. О. Фитотоксины грибов: от фундаментальных исследований – к практическому использованию (Обзор) / А. О. Берестецкий // Прикл. биохим. микробиол. – 2008. – Т. 44. – № 5. – С. 501–514.
3. Поляк Ю. М. Ферментативная диагностика нефтезагрязненных почв северо-западного региона РФ / Ю. М. Поляк, Л. Г. Бакина // Роль почв в биосфере и жизни человека : сб. материалов Междунар. научн. конф. – М. : МАКС Пресс, 2015. – С. 223–224.
4. Поляк Ю. М. Выделение почвенных стрептомицетов – продуцентов комплексных антибиотиков / Ю. М. Поляк, В. И. Сухаревич // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю. А. Овчинникова. – 2017. – Т. 13. – № 1. – С. 18–24.

5. Поляк Ю. М. Роль аллелопатических взаимодействий в структурных и функциональных изменениях антропогенно нарушенных почв / Ю. М. Поляк, Л. Г. Бакина, Н. В. Маячкина, А. А. Галдянец // Гумус и почвообразование. – 2017. – № 21. – С. 65–69.
6. Свистова И. Д. Токсины микромицетов чернозема: спектр антибиотического действия и роль в формировании микробного сообщества / И. Д. Свистова, А. П. Щербаков, Л. О. Фролова // Почвоведение. – 2004. – № 10. – С. 1220–1227.
7. Cipollini D. Microbes as targets and mediators of allelopathy in plants / D. Cipollini, C. M. Rigsby, E. K. Barto // J. Chem. Ecol. – 2012. – V. 38. – P. 714–727.
8. Ehlers B. K. Soil microorganisms alleviate the allelochemical affects of a thyme monoterpene on the performance of an associated grass species / B. K. Ehlers // PLoSONE. – 2011. – V. 6.
9. Latif S. Chapter Two - Allelopathy and the role of allelochemicals in plant defense / S. Latif, G. Chiapusio, L. A. Weston // Adv. Bot. Res. – 2017. – V. 82. – P. 19–54.
10. Polyak Y. M. Effect of remediation strategies on biological activity of oil-contaminated soil – A field study / Y. M. Polyak, L. G. Bakina, M. V. Chugunova, N. V. Mayachkina, A. O. Gerasimov, V. M. Bure // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2018. – V. 126. – P. 57–68.

УДК 553.3/4(470.323)

МОНИТОРИНГ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ БИОЛОГО-ПОЧВЕННЫХ СООБЩЕСТВ ОТВАЛОВ КМА И ИХ ИНДИКАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Головастикова Антонина Валентиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, Курский институт кооперации (филиал) БУКЭП, *Россия*, г. Курск, golovastikova.a.v@mail.ru.

Кривдина Ольга Анатольевна, Курский институт кооперации (филиал) БУКЭП, *Россия*, г. Курск, o_krivdina@mail.ru

Приведена информация о зависимости изменения характеристик литологического состава почвогрунтов, сформированных на породах отвалов из лёссовидного суглинка и глины келловоя (5, 15 и 25 лет) Михайловского ГОКа и сингенетических сукцессий биолого-почвенных сообществ этих отвалов. Показаны индикационные свойства биолого-почвенных сообществ в процессе формирования экологически безопасных экосистем.

Ключевые слова: Михайловский ГОК, биолого-почвенное сообщество, лёссовидный суглинок, глина келловоя, сингенетические сукцессии, ландшафтная биоиндикация.

MONITORING THE FORMATION OF A STABLE FACULTY OF BIOLOGY AND SOIL COMMUNITIES OF THE KMA DUMPS AND THEIR INDICATIVE PROPERTIES

Golovastikova A. V., Kridina O. A.

Provides information on the variation characteristics of the lithological composition of soils formed on rocks of the piles of loess-like loam and clay of the Callovian (5, 15 and 25 years) of Mikhailovsky GOK and syngenetic succession biology and soil communities of these dumps. The indicative properties of biological-soil communities in the process of formation of ecologically safe ecosystems are shown.

Keywords: Mikhailovsky GOK, Institute of biology and soil community, loess-like loam, clay callovian, syngenetic succession.

Курская магнитная аномалия – один из крупнейших в мире железорудных бассейнов. Его залежи составляют около 50 % железорудных запасов на планете. Добыча руд Михайловского месторождения происходит карьерным способом, в результате чего уже отсыпано в отвалы более 2 млрд т вскрышных пород. На месте агроландшафтов формируются техногенные ландшафты, которые требуют систематического мониторинга для оценки их экологической устойчивости и безопасности [2].

С этой целью на отвалах из лёссовидного суглинка и глины келловея (5, 15 и 25 лет) Михайловского ГОКа изучались процессы естественного зарастания, динамика изменения микробных сообществ, формирование ценозов почвенных водорослей и почвенных беспозвоночных. В качестве контрольного был выбран типичный участок зональной лесостепи, на водоразделе рек Чернь и Свапа, с уклоном местности 1°, на расстоянии одного километра от отвалов.

Результатом исследований стало установление зависимости изменения данных показателей с процессами почвообразования и, соответственно, с повышением экологической безопасности отвальных территорий. В качестве индикационных признаков в фитоценозах наиболее показательными являются не только изменения флористического состава, но и степень обилия тех или иных видов растений или их сочетаний. Выявлено, что наибольшую сопряженность с глинами келловея и суглинками имеют, на разных этапах зарастания, группировки с господством мать-и-мачехи, тысячелистника обыкновенного, хвоща лугового.

К сильно карбонатным почвогрунтам глины келловея (Ca^{++} – 28,25 мг-экв/100г субстрата) тяготеет пальчатокоренник кровавый, к менее карбонатным лёссовидным суглинкам (Ca^{++} 13,5 мг-экв/100г субстрата) – пупавка красильная.

Широко распространен на различных грунтах пырей ползучий, реже встречаются – трехреберник непахучий. Оба вида приурочены к грунтам с повышенным содержанием питательных веществ и максимально отмечаются на отвалах среднего и старшего возраста при достаточном накоплении органики (2 % – на лёссовидном суглинке и 6,8 % – на глине келловея).

На почвогрунтах с недостатком азота хорошо развиваются бобовые. При увеличении количества азота до 78,4 мг/кг – на 15-летних отвалах из лёссовидного суглинка – в травостое преобладают мятлики с люцерной хмелевидной и значительной долей клеверов. На глине келловея, при обеспеченности субстрата азотом до 47,6 мг/кг, развиваются донниково-вейниковое сообщество, где клевера имеют значительное распространение.

Растительные индикаторы могут быть использованы и при определении кислотности почвы. Так, люцерна серповидная, пупавка красильная, мать-и-мачеха соответствуют грунтам с pH 6–7,3, что абсолютно соответствует условиям распространения этих видов (pH глины келловея 6,2–6,9, pH лёссовидного суглинка 6,9–7,1) [6].

Процессы регенерации в природно-техногенных ландшафтах усложнены воздействием переплетающихся технологических и природно-климатических факторов. Поэтому в данных условиях наиболее действенной и достоверной будет индикация, основанная на комплексе признаков, более полно отражающих сложную обстановку, то есть ландшафтная индикация [1]. При этом все виды растений могут быть объединены в экологические группы, по которым можно судить об условиях их местообитания. Для определения возраста отвалов и для приблизительного определения почвенных условий могут быть использованы чисто физиономические признаки ландшафтов.

Для молодых отвалов (3–5 лет) лёссовидного суглинка характерна бурьянистая растительность с единичными экземплярами древесных видов. На средневозрастных отвалах (10–15 лет) преобладают участки сомкнуто-группового и группово-сомкнутого сообщества с преобладанием одуванчика лекарственного, тысячелистника обыкновенного, пырея ползучего с примесью бобовых (люцерн и клеверов). К 20 годам большая часть отвалов облесена. На отвалах 25-летнего возраста в подлеске значительную роль играют лесные виды, а занятые травянистой растительностью участки характеризуются наличием злаково-бобово-разнотравной ассоциации, характерной для диффузного сообщества зональных участков лесостепи

Почвенные водоросли, являясь постоянным компонентом биоценозов, четко реагируют на изменение условий среды обитания, на чем основана возможность их использования для диагностики почвенных процессов и оценки устойчивости их к антропогенным воздействиям. Усиленное развитие водорослей – это хороший показатель наличия в почве мобилизуемых запасов азота [3]. Зеленые водоросли быстро изменяют долю своего участия в формировании альгоценоза при разной степени обеспеченности субстрата азотом. При недостатке

азота их количество невелико, что отмечается на молодых отвалах лессовидного суглинка и отвалах среднего возраста глины келловея (около 25 %). При увеличении количества азота с возрастом их доля возрастает до 50 % на лессовидном суглинке и до 40 % – на глине келловея.

Гетероцистные (азотфиксирующие) цианобактерии отражают недостаток азота и преобладают на ранних стадиях сингенеза высшей растительности (50 % – на лессовидном суглинке и 100 % – на глине келловея). Безгетероцистные (не фиксирующие азот) цианобактерии характерны для почв, достаточно обогащенных азотом. Наибольшее количество их отмечается на 25-летних отвалах лессовидного суглинка. Диатомеи, как наиболее требовательные к почвенным условиям, наиболее обильны на отвалах среднего возраста.

Поскольку развитие микробценозов на отвалах идет по пути количественного и качественного преобразования исходных групп микроорганизмов, то по их изменению можно выявить уровень восстановленности биолого-почвенного сообщества [4, 5].

Четкая зависимость в увеличении числа беспозвоночных и изменении их видового состава наблюдается при изменении экологических и питательных условий почвогрунтов отвалов. Этот фактор может являться достаточно точным критерием оценки качества почвогрунта, как и использование других групп почвенной фауны [7].

Нами рассмотрена сукцессионность основных компонентов исследованных отвалов Михайловского ГОКа (таблица 1).

Таблица 1– Сукцессионность биолого-почвенных сообществ на отвалах четвертичного суглинка и глины келловея

Растительное сообщество	Масса растений, г/м ² , (сырая)	Почвенная фауна, г/м ²	Соотношение групп микроорганизмов, %			Соотношение отделов водорослей, %			
			МПА	КАА	среда Чапека	Зелёные	Сине-зелёные	Желто-зелёные	Диатомовые
Пионерное	-- 105	--	-- 68	-- 6	-- 26	--	-- 100	--	--
Сомкнуто-групповое	207 300	3,3 0,7	50 58	13 20	37 22	25 25	45 40	20 25	5 --
Группово-сомкнутое	286 436	6,9 4,8	28 54	21 37	25 35	45 40	30 25	20 20	5 5
Диффузное	532 --	20,6 --	31 --	36 --	33 --	50 --	20 --	20 --	10 --

Примечание: числитель – лёссовидный суглинок; знаменатель – глина келловея

Таким образом, анализ сингенетических сукцессий растительности, альгоценозов, микробценозов, сообществ почвенных беспозвоночных, является достаточно надежным тестом состояния биолого-почвенного сообщества почвогрунтов отвалов и наиболее надёжным показателем реального состояния экосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Викторов С. В. Ландшафтная индикация. [Текст] / С. В. Викторов, А. Г. Чикишев. – М. : Наука, 1985. – 97с.
2. Глаголев Р. В. Использование вскрышных пород КМА в агроэкосистемах (На примере Михайловского ГОКа) [Текст]: Дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16. / Р. В. Глаголев– Курск, 2004. – 169 с. РГБ ОД, 61:05-6/28.
3. Штина Э. А. Почвенные водоросли как пионеры зарастания техногенных субстратов и индикаторы состояния нарушенных земель. [Текст] / Э. А. Штина // Общая биология. Сер. 46. – 1985. – №4. – С. 435–443.
4. Панкратова Е. М. Экспресс-метод определения биологического благополучия почв на базе фототрофных микроорганизмов. [Текст] / Е. М. Панкратова, Г. И. Домрачева., Г. И. Перлинова. // Рациональное использование земельных ресурсов России. – Киров, 1993. – С. 122–123.

5. Петерсон Н. В. Взаимоотношение групп микроорганизмов в почвах и рекультивированных землях. [Текст] / Н. В. Петерсон, Е. Н. Курыляк // Микробные сообщества и их функционирование в почве. – Киров, 1981. – С. 173–179.

6. Меженский В. Н. Растения-индикаторы. [Текст] / В. Н. Меженский. – М. : ООО «Издательство АСТ»; Донецк : «Сталкер», 2004. – 76 с.

7. Мордкович В. Г. Беспозвоночные животные и диагностика элементарных почвенных процессов. [Текст] / В. Г. Мордкович // Почвоведение. – 1991. – № 10. – С. 92–99.

УДК 504.05

БИОПРЕПАРАТ «БИОТРИН» И БИОГЕОСОРБЕНТ «ГЕОЛЕКС» ДЛЯ ОЧИСТКИ ГРУНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

Щемелинина Татьяна Николаевна, кандидат биологических наук, *Институт биологии Коми научного центра Российской академии наук, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар*
Анчугова Елена Михайловна, *Институт биологии Коми научного центра Российской академии наук, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, tatyanakomi@mail.ru*

Проведено исследование влияния нефтеокисляющих микроорганизмов в свободной и иммобилизованной форме на эффективность деструкции нефтепродуктов в загрязненном грунте железнодорожного полотна. Показано, что биопрепарат «БИОТРИН» и биогеосорбент «ГЕОЛЕКС» эффективно снижают содержание нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефтепродукты, загрязненный грунт, биопрепарат, биогеосорбент, очистка.

BIOTRIN BIOPREPARATION AND GEOLEX BIOGEOSORBENT FOR RAILROAD BED SOIL REMEDIATION

Shchemelinina T. N., Anchugova E. M.

The study of the effect of free-cell and immobilized form of petroleum-oxidizing microorganisms on the efficiency of total petroleum hydrocarbon (TPH) destruction in contaminated railroad bed soil was conducted. BIOTRIN biopreparation and GEOLEX biogeosorbent were shown to be effective in the TPH content reduction.

Keywords: total petroleum hydrocarbon (TPH), contaminated soil, biopreparation, biogeosorbent, remediation

Наиболее распространёнными загрязнителями территорий предприятий железнодорожной отрасли является нефть, нефтепродукты, мазут, топливо, смазочные материалы. Количество загрязнений колеблется от 5 до 20 г/кг грунта. Загрязнение территорий отрицательно сказывается на состоянии окружающей среды. Естественное самоочищение почв от нефтяного загрязнения – процесс очень длительный, который может продолжаться от одного до нескольких десятилетий в зависимости от природных условий региона. В настоящее время способы, которые применяют при ликвидации нефтяных загрязнений, в основном относятся к механическим и физико-химическим, которые не позволяют восстановить биоценоз без нарушения естественных ландшафтов и дополнительного вреда экосистемам. Поэтому наиболее перспективной является биорекультивация грунтов, которые максимально приближены к естественным процессам. Рекультивация на участках железной дороги значительно затруднена из-за того, что насыпь на почвенной поверхности представляет собой песчано-гравийную смесь. Поэтому актуальным в решении очистки будет подбор мелконасыпного сорбента с включенными в него клетками углеводородокисляющих микроорганизмов.

Цель работы – оценка эффективности биопрепарата и биогеосорбента для очистки загрязненных нефтепродуктами (НП) грунтов на участках железнодорожного полотна.

Объектами исследования являлись загрязненный НП грунт в районе железнодорожного полотна, биопрепарат «БИОТРИН», состоящий из консорциума нефтеокисляющих нетоксичных микроорганизмов – бактерий *Pseudomonas yamanorum* VKM В-3033D (титр клеток

10¹² КОЕ/мл), выделенных из сильно загрязненного грунта железнодорожного полотна в районе г. Сыктывкара [3]; дрожжей *Rhodotorula glutinis* VKM Y-2998D (титр клеток 10⁹ КОЕ/мл), выделенных из нефтяного шламонакопителя, расположенного в Усинском районе Республики Коми [4]; микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer. f. *globosa* V. Andr. IPAS C-2024 (титр клеток 10⁸ кл.), выделенных из почвы на стоянке оленеводов на Приполярном Урале [1]; биогеосорбент «ГЕОЛЕКС»; состоящие из минерала глауконитовой породы Бондарского месторождения Тамбовской области «Ionsorb™» – минеральный ионит, получаемый из комплекса алюмосиликатов, по авторской технологии [5] и иммобилизованного на нем биопрепарата «БИОТРИН».

Содержание НП определяли гравиметрическим методом [2].

Возможность использования для очистки нефтезагрязненных грунтов железнодорожного полотна биопрепарата «БИОТРИН» и биогеосорбента «ГЕОЛЕКС» проверяли в лабораторном моделировании процесса.

Загрязненную отработанным маслом песчано-гравийную смесь (ПГС) отбирали с участка железнодорожного полотна.

Образцы грунта помещали в экспериментальные емкости и вносили биодобавки:

1. Биогеосорбент «ГЕОЛЕКС» и минеральные удобрения в количестве 2,5 г (1 об.%).
2. Биопрепарат «БИОТРИН» – суспензию клеток альго-бактериально-дрожжевого консорциума в количестве 25 мл.

Образцы тщательно перемешивали. Контролем служила загрязненная нефтепродуктами (отработанным маслом) ПГС. Отбор проб для аналитических исследований проводили спустя 3 сут.

В грунте всех вариантов эксперимента происходит снижение содержания нефтепродуктов по сравнению с контрольным вариантом (таблица 1). Активизация аборигенной микробиоты с помощью удобрений привела к очистке грунта на 20 %. Трансформация нефтепродуктов с помощью биопрепарата «БИОТРИН» и биогеосорбента «ГЕОЛЕКС» составила 40 и 25 за 3 сут, соответственно ($p < 0,05$). Дополнительное внесение минеральных удобрений с биопрепаратом и биогеосорбентом не усилило процессы нефтеокисления.

Таблица 1 – Содержание НП в образцах после различных вариантов обработки

Вариант	НП, мг/г
Контроль (загрязненный грунт)	20,0 ± 5,0
НРК-15 (минеральное удобрение)	16,0 ± 4,0
Биопрепарат «БИОТРИН»	12,0 ± 3,0
Биопрепарат «БИОТРИН» + НРК-15	13,0 ± 3,0
Биогеосорбент «ГЕОЛЕКС»	15,0 ± 4,0
Биогеосорбент «ГЕОЛЕКС» + НРК-15	16,0 ± 4,0

Был проведен эксперимент в районе железнодорожного полотна возле вокзала г. Сыктывкара. Объектом исследования был выбран замасленный участок с небольшим количеством дождевой воды. Для определения содержания нефтепродуктов были отобраны пробы грунта до внесения биопрепарата и биогеосорбента. Далее участки обрабатывали биопрепаратом «БИОТРИН» и биогеосорбентом «ГЕОЛЕКС» с минеральными удобрениями до покрытия им поверхности грунта.

Пробы грунта на остаточное содержание нефтепродуктов отобрали спустя 30 мин и 6 сут от начала эксперимента.

При внесении биопрепарата «БИОТРИН» эффективность очистки от нефтепродуктов за 30 мин составила 34 % (таблица 2). Спустя 6 сут изменений не происходило. Это связано, по видимому, как с биотехнологическими свойствами биопрепарата, так и с физико-химическими свойствами загрязнителя, который был частично разложен микроорганизмами и подвержен процессам физического выветривания (испарения и фотоокисления). При применении биогеосорбента «ГЕОЛЕКС» механизм нефтедеструкции отличался от предыдущего

варианта. Сначала происходила постепенная сорбция нефтепродуктов носителем, а далее их биодеструкция клетками микроорганизмов. Эффективность очистки составила 45 % за 6 сут.

Таблица 2 – Эффективность очистки грунта с помощью биологических добавок

Вариант	Содержание нефтепродуктов, мг/г		
	До обработки	30 минут	6 суток
Биопрепарат «БИОТРИН»	230 ± 60	150 ± 40	150 ± 40
Биогеосорбент «ГЕОЛЕКС»	100 ± 3	86 ± 23	55 ± 15

Таким образом, биопрепарат «БИОТРИН» и биогеосорбент «ГЕОЛЕКС» являются эффективными нефтедеструкторами и могут быть рекомендованы для очистки от нефтепродуктов грунтов железнодорожного полотна.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного задания № АААА-А17-117121270025-1 «Разработка биокаталитических систем на основе ферментов, микроорганизмов и растительных клеток, их иммобилизованных форм и ассоциаций для переработки растительного сырья, получения биологически активных веществ, биотоплива, ремедиации загрязненных почв и очистки сточных вод».

ЛИТЕРАТУРА

1. Заявка на патент РФ № 2018 120 704.
2. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах вод методом колоночной хроматографии с гравиметрическим окончанием. ПНД Ф 14.1:2.116-97.
3. Патент RU 2 615 458 Штамм бактерий *Pseudomonas yamanorum* ВКМ В-3033D для активизации биодеструкции нефти и нефтепродуктов в воде, а также в масляных грунтах на участках железной дороги / С. М. Мешкело, Т. Н. Щемелинина, Е. М. Анчугова, М. Ю. Маркарова, С. В. Желудкова. ООО «БИОЭКОБАЛАНС». 2017.
4. Патент RU 2 658 134 Штамм дрожжей *Rhodotorula glutinis* для очистки нефтезагрязненных почв, водоемов и сточных вод от нефтяных углеводородов, в том числе для окисления полиароматических соединений / С. М. Мешкело, Т. Н. Щемелинина, М. Ю. Маркарова, Е. М. Анчугова. – ООО «БИОЭКОБАЛАНС». 2018.
5. Премия Роснедра и РосГео: «За достижения в решении фундаментальных и прикладных проблем геологии», 2010 г.

УДК 504.064.2.001.18

РАСЧЕТ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА ТБО «БАГЕРОВО» РЕСПУБЛИКИ КРЫМ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ В СОВРЕМЕННЫЙ ОБЪЕКТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ

Еремеева Анна Олеговна, кандидат технических наук, ФГБУ Государственный гидрологический институт, Россия, Санкт-Петербург, eranol@mail.ru

Выполнены расчеты гидрологических характеристик внешнего и внутреннего водосбора полигона ТБО «Багерovo», Крым. Полученные результаты могут быть использованы для оценки выноса загрязняющих веществ с территории полигона ТБО.

Ключевые слова: полигона ТБО «Багерovo», Крым, расчет, гидрологические характеристики, увеличение емкости.

CALCULATION OF THE HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TERRITORY OF THE LANDFILL “BAGEROVO” OF THE REPUBLIC OF CRIMEA INTO MODERN ACCOMMODATION

Eremeeva A. O.

The calculations of the hydrological characteristics of the external and internal catchment of the landfill "Bagerovo", Crimea, were carried out. The results can be used for assessment of pollution export from the site.

Keywords: landfill "Baghero", Crimea, calculation, hydrological characteristics, capacity increase.

Введение. Реки степной части Крыма представляют собой балки и временные водотоки, заполняющиеся водой во время снеготаяния (при условиях снежной зимы) и после дождей. Реконструируемый полигон ТБО «Багерово» находится на расстоянии 1,5 км к югу от окраины пгт Багерово на южном склоне Багеровской мульды. Для расчета выноса загрязняющих веществ с территории ТБО необходимо знать характеристики водного баланса внешнего и внутреннего водосбора полигона ТБО.

Характеристики внешнего и внутреннего водосбора полигона ТБО «Багерово». Внешний водосбор полигона расположен на северном склоне водораздела притока р. Мелек-Чесме – пересыхающей реки Керченского полуострова [5]. Водосбор не содержит постоянных и временных водотоков, которые формируют сток воды непосредственно на внутренний водосбор полигона. Приток воды на полигон осуществляется в результате поверхностного стока во время интенсивных снего-дождевых и дождевых паводков. Основную часть водосбора занимают сельскохозяйственные угодья. Весь внешний водосбор занят степной растительностью и кустарником. Площадь внешнего водосбора полигона 13,0 га. Общая площадь внутреннего водосбора полигона 11,3 га (рисунок 1).



Рисунок 1 – Границы внешнего и внутреннего водосборов полигона ТБО

Формирование стока воды на внутренний водосбор происходит за счет осадков, которые поступают непосредственно на полигон. Рельеф и грунты внутренней территории созданы искусственно, вследствие чего поверхностный сток, формирующийся на данном водосборе, антропогенно преобразован.

Расчет внешнего водосбора полигона ТБО «Багерово». Водосбор с юго-восточной стороны, с которого может осуществляться сток воды на полигон ТБО, представляет собой нарушенную степь, покрытую лугово-степной растительностью с кустарниками. На территории внешнего водосбора можно выделить один стокоформирующий комплекс с характерными для него условиями формирования поверхностного и подземного стока воды.

Расчетные гидрологические характеристики получены с использованием методов, приведенных в «Методике расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий» [3] и в «Пособии по определению расчётных гидрологических характеристик» [4]. В таблицах 1–2 приведены рассчитанные объемы годового поверхностного стока (средние многолетние и заданной вероятности превышения) для внешнего водосбора полигона.

Таблица 1 – Средние многолетние слой и объем годового поверхностного стока для внешнего водосбора полигона ТБО «Багерovo»

Площадь, км ²	Осадки (P), мм	α_{cp}	Слой стока, мм	Объем стока, тыс. м ³
0,13	444	0,1	44	6

Таблица 2 – Осадки и слой стока различных обеспеченностей для внешнего водосбора полигона ТБО «Багерovo»

Характеристика	Обеспеченность, %									
	5	10	25	30	40	60	70	80	90	95
Осадки, % обесп.	644	586	533	497	471	417	386	351	306	266
Слой стока, % обесп.	64	59	53	50	47	42	39	35	31	27

Слой полного (поверхностного и подземного) среднемноголетнего стока и заданной обеспеченности. Слой полного стока (средний многолетний) определяется по формуле водного баланса территории. Для расчета испаряемости использовалась формула Н. Н. Иванова для степной зоны [4]. Годовая сумма испаряемости (E) вычисляется как сумма испаряемости за 12 мес с использованием данных ФГБУ «Крымское УГМС» по АМСГ Керчь.

В таблице 3 приведены результаты расчетов среднемноголетнего и месячного испарения для района полигона ТБО «Багерovo». Величины среднего годового и месячного относительного испарения определены по картам [3]. Согласно таблице 3 среднемноголетняя сумма испарения равна 355 мм, однако по некоторым данным эта величина является заниженной [1].

Таблица 3 – Среднемноголетнее и месячное испарение для района полигона

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура воздуха, °C	-0,5	0,0	3,2	9,8	15,4	20,1	22,8	22,2	17,6	11,4	6,7	2,9	11,0
Осадки, мм	35	30	31	29	33	54	34	49	37	30	38	45	444
Относительная влажность, %	85	84	81	75	73	70	66	66	71	77	83	86	76
Испаряемость, мм	17	20	30	57	79	110	144	144	98	55	33	22	810
Относительное испарение			0,3	0,4	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4			
Испарение, мм			9	23	56	77	72	58	39	22			355

При годовой величине радиационного баланса 55,6 ккал/см² и осадках 444 мм среднемноголетняя сумма испарения для территории внешнего водосбора полигона ТБО, полученная по формуле М. И. Будыко [2], составляет 400 мм (таблица 4).

Таблица 4 – Расчетные значения полного среднемноголетнего слоя и объема годового стока с внешнего водосбора полигона ТБО «Багерovo»

Площадь, км ²	Осадки (P), мм	Испарение (E), мм	Слой стока, мм	Объем стока, тыс. м ³
0,13	444	360	84	11

В таблице 5 приведены слои и объёмы годового стока различных обеспеченностей для внешнего водосбора полигона.

Расчет внутреннего водосбора полигона. Декомпозиция территории на стокоформирующие комплексы. На рассматриваемой территории можно выделить несколько стокоформирующих комплексов с характерными для них условиями формирования поверхностного воды: неспланированные неуплотненные отвалы без растительного покрова (0,070 км²), захлапленные насыпные поверхности, покрытые травянистой растительностью (0,017 км²), грунтовые дороги (0,001 км²), грунтовые спланированные поверхности (0,025 км²).

Таблица 5 – Слой и объемы полного стока заданной обеспеченности, для внешнего водосбора полигона ТБО «Багерovo»

Характеристика	Сток заданной обеспеченности					
	5%	10%	25%	50%	90%	95%
Осадки, мм	644	586	533	444	306	266
Испарение, мм	401	392	377	360	328	319
Слой стока, мм	243	194	156	84	0	0
Объем стока, тыс. м ³	32	25	20	11	0	0

Слой и объем годового поверхностного стока (средние многолетние и заданной вероятности превышения). Годовая сумма осадков принята равной 444 мм по данным ФГБУ «Крымское УГМС» – АМСГ «Керчь» за период 1966–2014 гг. Среднее значение годового поверхностного стока с водосбора было получено с учетом различных видов поверхностей (стокоформирующих комплексов) рассматриваемой территории. Средний коэффициент годового поверхностного стока ($\alpha_{\text{ср}}$) для всей территории внутреннего водосбора равен 0,19. Средние многолетние слой и объем годового поверхностного стока для внутреннего водосбора составляют, соответственно, 84 мм и 9,5 тыс. м³.

Осадки и рассчитанные слои стока различной обеспеченности для внутреннего водосбора полигона ТБО представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Осадки и слой стока соответствующих обеспеченностей для внутреннего водосбора полигона ТБО «Багерovo»

Характеристика	Обеспеченность, %									
	5	10	25	30	40	60	70	80	90	95
Осадки, мм	644	586	533	497	471	417	386	351	306	266
Слой стока, мм	122	111	101	94	89	79	73	67	58	51
Объем стока, тыс. м ³	14	13	11	11	10	9	8	8	7	6

Слой и объем полного годового поверхностного стока (средние многолетние и заданной вероятности превышения). Расчет испарения проводился, как и для внешнего водосбора, по формуле Н. Н. Иванова [2]. Рассчитанный по методу водного баланса полный объем годового поверхностного стока с территории внутреннего водосбора (таблица 7) равен 9,5 тыс. м³. В таблице 8 даны слои и объём полного годового стока различной обеспеченности для внутреннего водосбора полигона ТБО.

Таблица 7 – Слой и полный объем среднегодового поверхностного стока с территории внутреннего водосбора полигона ТБО «Багерovo»

Площадь, км ²	Осадки (P), мм	Испарение (E), мм	Слой стока, мм	Объем стока, тыс. м ³
0,113	444	360	84	9,5

Таблица 8 – Слой и объемы полного годового стока заданной обеспеченности внутреннего водосбора полигона ТБО «Багерovo»

Характеристика	Сток заданной обеспеченности					
	5%	10%	25%	50%	90%	95%
Осадки, мм	644	586	533	444	306	266
Испарение, мм	401	392	377	360	328	319
Слой стока, мм	243	194	156	84	0	0
Объем стока, тыс. м ³	27	22	18	9,5	0	0

При расходах малой обеспеченности сток воды отсутствует, что соответствует генезису образования стока для пересыхающих водотоков Керченского полуострова. Завышенные величины объемов стока при малых вероятностях превышения (таблица 8) связаны с отсутствием точных коэффициентов перехода от среднего многолетнего испарения к испарению различной вероятности превышения для степной зоны Крыма. Полученные результаты могут быть использованы для оценки выноса загрязняющих веществ с территории полигона ТБО «Багерovo».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабков И. И. Природа Крыма / И. И. Бабков. – Симферополь : изд.-во «Крым», 1966. – 86 с.
2. Константинов А. Р. Испарение в природе / А. Р. Константинов. – Л. : Гидрометеоздат, 1968. – 532 с.
3. Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий. СТП ВНИИГ 210.01.НТ-05. – СПб : ОАО ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 2005. – 108 с.
4. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л. : Гидрометеоздат, 1984. – 448 с.
5. Ресурсы поверхностных вод. Основные гидрологические характеристики. – Т. 6. – Украина и Молдавия. – Вып. 4. Крым. – Л. : Гидрометеоздат, 1964 – 244 с.

УДК 630*907.1

КОМПЛЕКС САНИТАРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПОЛИГОНОВ СКЛАДИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Жидков Андрей Николаевич, кандидат биологических наук, заместитель заведующего отдела экологии леса ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», *Россия, г. Пушкино Московской области*

Коженок Леонид Леонидович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом экологии леса ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», *Россия, г. Пушкино Московской области*

Мартынюк Александр Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, директор ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», *Россия, г. Пушкино Московской области*

Миронов Владимир Евгеньевич, кандидат химических наук, начальник технического отдела АО «Воскресенские минеральные удобрения», *Россия, г. Воскресенск*

Рассмотрены технологии ускоренной биологической фиторемедиации на отвалах производств по получению минеральных удобрений, которые снижают неблагоприятные экологические последствия отчуждения техногенно нарушенных земель. Рекомендованные экологические подходы позволяют восстановить потенциал техногенных ландшафтов, решить проблемы по созданию в регионе приемлемой санитарно-гигиенической обстановки.

Ключевые слова: техногенное воздействие на окружающую среду, промышленные полигоны, рекультивация, восстановление нарушенных экосистем, инновации в лесном хозяйстве.

COMPLEX WELLNESS ACTIVITIES LANDFILL STORAGE OF SECONDARY MATERIALS INDUSTRY

Zhidkov A. N., Kozhenkov L. L., Martynyuk A. A., Mironov V. E.

The article considers an important environmental problem of increasing the area of anthropogenically disturbed lands. The technologies of accelerated biological phytoremediation at the dumps of production facilities for the production of mineral fertilizers are considered, which reduce the adverse ecological consequences of alienation of technogenic burden disturbed lands. The ecological approaches described in the article allow to restore the potential of technogenic landscapes to solve the problems of creating an acceptable sanitary and hygienic situation in the region.

Key words: anthropogenic impact on the environment, industrial landfill, reclaiming, restoration of degraded sites, forest innovation

Проблемы образования, складирования и утилизации промышленных отходов весьма актуальны, поскольку неизбежно происходит отчуждение продуктивных земель, возникает опасность загрязнения окружающей природной среды и накопления экологического ущерба. Добыча и производство полезных ископаемых обуславливает накопление отходов индустрии. ГОСТ 17.5.1.01-83 «Рекультивация земель – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также улуч-

шение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества» представляет мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешённым использованием, в том числе путём устранения последствий загрязнения почв, восстановления плодородного слоя почвогрунтов, создания защитных лесных насаждений.

На территории Воскресенского района Московской области складировается фосфогипс, образующийся при производстве АО «Воскресенские минеральные удобрения» фосфорных удобрений из апатитового концентрата Хибинского месторождения. По данным АО «Объединенной химической компании «УРАЛХИМ» в отвалах предприятий России накоплено 200 млн т фосфодигидрата сульфата кальция, и ежегодно эти цифры увеличиваются на 15 млн т отходов, что может привести к неблагоприятным изменениям в окружающей природной среде, проявиться в загрязнении атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почвенно-растительного покрова вредными веществами в результате переноса ветром и вымывания их осадками с поверхности отвалов. Транспортировка фосфогипса в отвалы и его хранение в них нуждается в капитальных вложениях и эксплуатационных затратах, а для создания полигонов складирования отчуждаются из хозяйственного оборота значительные площади.

В результате проведенных многолетних экспериментальных исследований научными сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства совместно со специалистами АО «Воскресенские минеральные удобрения» разработана технология ускоренной лесобиологической рекультивации полигонов складирования техногенного фосфодигидрата сульфата кальция. Полигоны фосфогипса для снижения негативного воздействия на окружающую среду нуждаются в рекультивации. Осадки сточных вод из очистных сооружений Воскресенского района также не находят рационального применения. Изучение биологического этапа рекультивации отвалов фосфогипса позволило предложить технологию фиторемедиации, способствующей снижению атмосферного загрязнения, консервации полигона от выветривания и уменьшения неблагоприятных экологических последствий от складирования, которая включает в себя следующие этапы: рекогносцировочное обследование территории; подготовка искусственного почвогрунта и покрытие им рекультивируемой площади берм и склонов отвалов; выбор, приобретение и доставка посадочного и посевного материала, посадка саженцев деревьев и кустарников, посев семян растений на склонах и террасах отвала, уход за формируемыми зелеными насаждениями.

Экспериментально доказано, что в качестве искусственного почвогрунта для ускоренной биологической рекультивации отвалов фосфогипса наиболее целесообразно использовать смесь осадков сточных вод из местных очистных сооружений, которые богаты органическим веществом, элементами минерального питания растений, характеризуются сильной гигроскопичностью, слабощелочной реакцией и хорошей связностью песка и фосфогипса, имеющего в своём составе питательные элементы – фосфор и серу. Для рекультивации используются пионерные виды: береза повислая, ива козья, осина и сосна обыкновенная.

Проведенные фиторемедиационные мероприятия на примере полигона складирования фосфогипса АО «Воскресенские минеральные удобрения» вблизи города Воскресенска Московской области позволили:

- минимизировать затраты на приобретение материалов для создания искусственного почвогрунта;
- снизить отрицательное влияние полигона на окружающую среду;
- обосновать размеры санитарно-защитной зоны объекта;
- решить проблемы утилизации осадков бытовых и промышленных сточных вод, накапливающихся в избытке на очистных сооружениях;
- провести ландшафтное благоустройство местности.

При разработке технологий рекультивации авторами данной статьи было запатентовано несколько способов повышения плодородия почв, а экологический проект по рекультивации

признавался важным для задач экологической безопасности и модернизации страны, был удостоен высшей награды Губернатора Московской области по направлению «Ресурсосбережение и внедрение природоохранных технологий», поскольку примененные экологические подходы и инженерные технологии позволили обеспечить рекультивационный режим, восстановить потенциал техногенных ландшафтов, решить проблемы по созданию в регионе приемлемой санитарно-гигиенической обстановки.

УДК 628.4.032

ОБСЛЕДОВАНИЕ СВАЛКИ НА ОСТРОВНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ АРХАНГЕЛЬСКА ПРИ ПОДГОТОВКЕ К РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Любова Светлана Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», Россия, г. Архангельск, *s.lyubova@narfu.ru*

Представлены результаты обследования территории, где размещена свалка твердых бытовых и промышленных отходов.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, промышленные отходы деревоперерабатывающих предприятий, полигон, островные территории.

EXAMINATION OF DUMPING ON ISLAND TERRITORIES OF ARKHANGELSK WHEN PREPARING FOR RECULTIVATION

Lyubova S. V.

The results of the survey of the territory where the landfill of solid household and industrial waste is located are presented.

Key words: municipal solid waste, industrial waste of wood processing enterprises, landfill, island territories.

Земельный участок (объект), нарушенный при складировании и захоронении промышленных, бытовых и других отходов и планируемый для проведения рекультивации, расположен в границах МО «Город Архангельск», площадь участка 19,2 га. Участок в дельте реки Северная Двина находится на острове Бревенник, который имеет следующие размеры: в длину – более 12 км, в ширину – более 5 км. С восточной стороны остров ограничивает судоходная протока, именуемая Маймакса, – по ней проходят корабли, а за ней находятся северные районы города – Южная Маймакса, Северная Маймакса и Экономия. На участке расположена действующая свалка, на которой размещены твердые коммунальные отходы, промышленные отходы от ранее действующего предприятия. Объект является несанкционированной свалкой, образованной из промышленных отходов бывшего деревоперерабатывающего предприятия ОАО Маймаксанский лесной порт. Открытие свалки относится предположительно к 1950–1955 гг. Свалка действует, но не имеет разрешительных документов на размещение твердых бытовых отходов и не может являться полигоном для складирования отходов на данной территории.

Объект располагается на территории, сложенной четвертичными и вендскими отложениями. Четвертичные отложения имеют мощность более 50 м и представляют собой горизонты различного гранулометрического состава: от супесчаных, суглинистых до глинистых отложений различной мощности, с прослоями песков. Подземные воды залегают на глубине 2–5 м и располагаются в водовмещающих породах, имеющих песчаный и супесчаный гранулометрический состав и переслаивающихся глинами и суглинками с водоупорными свойствами. Подземные воды залегают достаточно глубоко и не оказывают влияния на процессы почвообразования.

Почвы исследуемой территории объекта – аллювиальные (пойменные и дельтовые), для них характерно периодическое подтопление паводковыми водами и отложение на поверхности почв слоев аллювия (наилка). Пойменные и дельтовые аллювиальные почвы отличаются высокой биогенностью и интенсивностью почвообразования, разнообразны по режиму, строению и свойствам. Объект располагается в центральной части поймы, которая имеет наибольшую ширину, характеризуется большой неоднородностью и слоистостью аллювиальных отложений, чередованию по вертикали песков и глин. Дельта является геохимическим барьером для многих веществ, приносимых грунтовыми водами с водораздельных пространств.

На основании результатов обследования в 2016 г. установлено, что размещенные отходы, имеют различное происхождение: твердые бытовые отходы и промышленные отходы деревоперерабатывающего производства. Твердые бытовые отходы: отходы потребления, образующиеся у населения, в том числе при приготовлении пищи, уборке и ремонте жилых помещений, содержании придомовых территорий и мест общего пользования, содержании в жилых помещениях домашних животных, а также устаревшие, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода. Твердые бытовые отходы поступают на свалку ежедневно, размещаются бессистемно на территории площадью 2 га. Размещение ТБО осуществляется вдоль проселочной дороги, большая часть отходов сосредоточена в конце дороги. Состав твердых бытовых отходов представлен в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Классификационное положение отходов, складированных на территории объекта, в системе ФККО

Код	Наименование	Код	Наименование
7 31 000 00 00 0	Отходы коммунальные твердые	3 05 220 00 00 0	Отходы из натуральной чистой древесины кусковые
7 31 100 00 00 0	Отходы из жилищ	3 05 220 03 21 5	Щепа натуральной чистой древесины
7 31 110 00 00 0	Отходы из жилищ при совместном сборе	3 05 230 00 00 0	Опилки и стружка натуральной чистой древесины
7 31 110 01 72 4	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные)	3 05 230 01 43 5	Опилки натуральной чистой древесины
7 31 110 02 21 5	Отходы из жилищ крупногабаритные	3 05 230 02 22 5	Стружка натуральной чистой древесины
7 31 200 00 00 0	Отходы от уборки территории городских и сельских поселений	3 05 290 00 00 0	Древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные
7 31 200 01 72 4	Мусор и смет уличный	3 05 291 11 20 5	Опилки и стружка натуральной чистой древесины несортированные
3 05 200 00 00 0	Отходы распиловки и строгания древесины	3 05 291 91 20 5	Прочие несортированные древесные отходы из натуральной древесины

В соответствии с Приказом Минприроды России от 30.09.2011 N 792 «Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра отходов» (Зарегистрировано в Минюсте России 16.11.2011 № 22313) отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) имеют IV класс опасности (малоопасные) для здоровья и среды обитания человека, отходы из жилищ крупногабаритные – V класс (практически неопасные отходы). IV класс – малоопасные отходы с периодом восстановления экосистемы от 3 до 10 лет. V класс – практически неопасные отходы, в результате которых экология практически не нарушается [4].

Компоненты ТБО свалки преимущественно инертные, к ним относят упаковочные отходы из стекла, металла, дерева, бумаги, тканей, кожи и других материалов. Большая часть компонентов не подвергается разложению под воздействием биохимических процессов, для утилизации этих ТБО следует использовать специальные технологии. Общий объем твердых бытовых отходов 7,5 млн м³ (таблица 2).

Таблица 2 – Состав твердых бытовых отходов

Компонент	Среднее значение содержания компонента ТБО, %	Плотность компонента*, т/м ³	Объем, тыс. м ³	Масса, тыс. т
Пластиковые упаковка и бутылки	84	0,038	6300	239,4
Бумага, картон, тряпье	8	0,700	600	420,0
Стеклянные бутылки и банки	3	0,300	225	67,5
Отходы деревянные	3	0,600	225	135,0
Консервные банки (белая жезь)	1	0,080	75	6,0
Резина	1	0,240	75	18,0
Искусственная кожа, обувь	1	0,240	75	18,0
Итого			7500	903,9

* – данные таблицы плотности отходов Министерства Природных Ресурсов РФ и паспортов вещества [2]

Большую часть территории свалки – около 90 % – занимают промышленные отходы предприятия ОАО Маймаксанский лесной порт, которое, начиная с середины прошлого века, аккумулировало отходы деревопереработки. Промышленные отходы – это кора, опилки, щепа, стружка (таблица 1). Накопление отходов осуществлялось около 50 лет.

Обследовано 5 пробных площадок свалочного грунта древесных отходов. Мощность грунта в среднем 3–4,5 м, плотность слоев неодинаковая: нижние – плотные, средние – плотноватые, верхний слой, в среднем 10 см, – рыхлый. Степень разложения древесных отходов различная, от сильной (черно-коричневая окраска, масса однородная, не различаются отдельные частицы) до слабой (темная серо-желтая окраска, масса неоднородная, хорошо различимы отдельные частицы древесных отходов). Степень разложения свалочного грунта в сильной степени зависит от плотности слоя, от продолжительности хранения. В некоторых частях свалочный субстрат содержал минеральный грунт (почвы), который активно применялся при тушении подземных и открытых, вышедших на поверхность, пожаров. При оценке объемов свалочного грунта учитываются мощность слоя и площадь, занимаемая свалкой. Примерный объем составляет приблизительно 7 млн м³ при плотности грунта 0,25–0,30 т/м³, т. е. 2,1 млн. т.

Древесные отходы представляют собой органическое вещество с повышенным содержанием углерода. В процессе разложения древесных отходов, богатых целлюлозой, участвуют термофильные бактерии, относящиеся к роду клостридий (*Clostridium*). При гниении органического вещества выделяется тепловая энергия. Эти бактерии активны в диапазоне температур от 60 до 65 °С, это в свою очередь вызывает самовозгорание древесных отходов, повышенная влажность усиливает эти процессы. Большая проблема объекта – высокоопасная пожарная обстановка.

Таким образом, размещенные на земельном участке твердые бытовые и промышленные отходы имеют IV и V классы опасности. IV класс опасности – это малоопасные отходы с периодом восстановления экосистемы от 3 до 10 лет. V класс – практически неопасные отходы, в результате которых экология практически не нарушается [4].

Восстановление природных экосистем – это возврат экосистем к состоянию динамического равновесия, из которого они были выведены воздействием каких-либо природных и антропогенных факторов. Природно-климатические условия территории, где расположен земельный участок, характеризуются умеренно теплым климатом, интенсивность биологических процессов и способность к восстановлению экосистем – средние. Планируемая продолжительность рекультивации 8 лет: технический этап до 3 лет, биологический до 5 лет. Продолжительность технического этапа рекультивации 2–3 года, за этот период размещенный послойно в котлован свалочный и минеральный грунты (суглинок) подвергнутся уплотнению под действием гравитационных сил, активно будут происходить процессы разложения отходов с органической составляющей и выделение углекислого газа в окружающую среду. Минеральные грунты с суглинистым гранулометрическим составом характеризуются высокой поглотительной способностью, что позволит аккумулировать загрязняющие вещества в них [1]. Продолжительность биологического этапа рекультивации определяется интенсивностью развития травянистого растительного покрова. Дернина средней плотности формируется на

3–4-й год после посева. После формирования дернины приступают к посадке древесной и кустарниковой растительности (4–5-й год биологического этапа рекультивации).

ЛИТЕРАТУРА

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 17.5.3.04-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель».
2. Мусоросортировочные предприятия : Справочник / Под ред. А. Ю. Масленникова. – М., 2006.
3. Приказ Росприроднадзора от 18.07.2014 № 445 (ред. от 16.08.2016) «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов».
4. ФЗ № 89 от 24.06.1998 «Об отходах производства и потребления».

УДК 550.75; 631.879.3; 911.52

НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫЕ СВАЛКИ В МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ И ВЗАИМОСВЯЗЬ С АГРОЛАНДШАФТАМИ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Слизская Анастасия Александровна, *ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, nastyushka.slizskaya@mail.ru*

В Республике Калмыкия на данное время насчитывается по официальным источникам более 100 несанкционированных свалок. Рассматриваются вопросы влияния территории, занятой отходами на современный ландшафт прилегающих территорий. Были исследованы прилегающие территории к селу Троицкое в Республике Калмыкия. Полученные данные позволяют оценить степень влияния непригодных земель на экологию и изменения ландшафтов и использовать для принятия управленческих решений.

Ключевые слова: Калмыкия; Троицкое; агроландшафты, свалки; отходы.

UNAUTHORIZED LANDFILLS IN SMALL TOWNS AND INTERRELATIONS WITH AGROLANDSCAPES OF ADJACENT TERRITORIES

Slizskaya A. A.

In the Republic of Kalmykia at this time there are according to official sources more than 100 unauthorized dumps. The aim of the work is to consider the issues of the influence of the territory filled with waste on the modern landscape of the adjacent territories. To solve the problem, the adjacent territories to the village of Troitskoe in the Republic of Kalmykia were investigated. The data obtained allow us to estimate the degree of influence of unsuitable lands on the environment and landscape changes. For making management decisions.

Keywords: Kalmykia; Trinity; agrolandscapes, landfills; waste.

Село Троицкое расположено в 15 км севернее от столицы республики Калмыкия г. Элисты. Административно относится к Целинному району Калмыкии. Географически село расположено в овражно-балочной системе, через центр села протекает река Булгун, которая в летнее время почти вся пересыхает. Большая часть сбросов воды наблюдается в весенний период. Также наблюдается сброс бытовых и строительных отходов в реку, что превращает ее в негодную для хозяйственно-питьевого назначения. В реку попадают неочищенные сточные воды села, не имеющего канализации и очистных сооружений. По степени минерализации вода реки оценивается как слабо солоноватая, по степени загрязнения – грязная. Рекомендуется использовать в промышленных целях с предварительной очисткой.

В окрестностях села расположены два песчаных карьера, которые на данное время почти не функционируют. Часть отходов местное население сбрасывает в эти карьеры. На за-

паде села расположен Курдюковский пруд, питающийся подземными водами (родниками) и тальными водами в весенний период.

Основная свалка расположена на востоке от села в нескольких километрах. Кроме бытовых отходов, здесь много отходов строительной индустрии, трупы животных. Она почти все время горит или тлеет, гарь перемещается на село, что приводит к задымленности воздуха, появлению смога.

Целью представленной работы является рассмотрение фактора влияния отходов, как хозяйственного так промышленного назначения, на изменения современного агроландшафта и прилегающие территории возле малых населенных пунктов. Для этого была обследована в разное время года свалка, расположенная в нескольких километрах на востоке от села Троицкое Целинного района Республики Калмыкия. Одновременно была обследована территория прибрежной полосы реки Яшкуль [7].

Основные данные о связи климата и условиями жизни описаны академиком Берго Л. С. еще в начале прошлого века [1]. Климат в Республике и его особенности были описаны сотрудниками инженерно-технологического факультета в разные годы [5, 6]. Данные по инженерно-геологическому районированию, географии и геологии приведены в работах В. М. Харченко, М. М. Сангаджиева, А. Г. Дорджиева и другими [4, 8, 9]. В работе для сравнения и понятия общей картины влияния отходов на здоровье населения и экологическую ситуацию в Калмыкии использованы годовые отчеты ведущих организаций Республики [2, 3].

Методы исследования. В работе был использован метод натурных исследований района, окрестностей свалки и самой ее территории весной и летом 2017 и 2018 г. (фото).



Фото –Район свалки в начале мая 2018 года, фото автора

Определен фактический состав свалки, который представлен строительными отходами, полиэтиленовыми мешками и бутылками, кустарниками и деревьями, срубленными в селе.

Заключение и выводы. Несанкционированная свалка в районе села Троицкое Целинного района резко изменило ландшафт территории. Во-первых, вся территория свалки занимает более 20 км², земли ее непригодны для сельского хозяйства. Во-вторых, почва непригодна для дальнейшего использования, для ее восстановления нужно начать рекультивацию земли. В-третьих, нужно срочно выявить основных поставщиков мусора, т. к. большая часть отвалов имеет одинаковый состав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л. С. Климат и жизнь / Л. С. Берг. –М. : Госиздат, 1922. – 196 с.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Калмыкия за 2013 год». Управление Федеральной службы по

надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Калмыкия. – Элиста, 2014 – 164 с.

3. Доклад об экологическом и социальном положении Республики Калмыкия (январь–декабрь 2013 года). Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Калмыкия. – Элиста, 2014. – 80 с.

4. Сангаджиев М. М. Особенности недропользования на территории Республики Калмыкия [текст] / М. М. Сангаджиев. – Элиста : Изд-во Калм.ун-та, 2015. – 144 с.: илл.

5. Сангаджиев М. М. Песок Калмыкии /Антропогенная трансформация геопространства: история и современность [текст] : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Волгоград, 28–29 апреля 2014 г.) ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет» / С. Н. Конищев [и др.]. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2014. – С. 142–146.

6. Сангаджиев М. М. Анализ климатических особенностей в Республике Калмыкия, Россия / М. М. Сангаджиев, Г. Е. Эрдниева, О. В. Эрдниев, Н. С. Лиджиева, А. И. Манджиева // Open science 2.0: collection of scientific articles. – Vol. 3. Raleigh, North Carolina, USA : Open Science Publishing, 2017. – P. 98–106.

7. Слизская А. А. Геолого-географические особенности западной части р. Яшкуль в Калмыкии. / А. А. Слизская // Развитие научно-инновационного потенциала России и направления его повышения : Сб. статей по итогам Междунар. науч.-практ. конф. (Уфа, 12 мая 2018 г.) / в 2 ч. Ч. 2 – Стерлитамак : АМИ, 2018. – С. 20–27.

8. Харченко В. М. Инженерно-геологическое районирование территории Калмыкии [Текст] / В. М. Харченко, А. Г. Дорджиев, М. М. Сангаджиев, А. А. Дорджиев. – Элиста : Изда-во Калм. ун-та, 2012. – 211 с.

9. Dordzhiev A. A. Salt Composition of Clay Soils and Its Variation with Long-term Water Filtration / A. A. Dordzhiev, A. G. Dordzhiev, M. M. Sangadzhiyev, L. M. Rubeko, V. A. Onkaev // Journal of Environmental Management and Tourism. – Quarterly Volume. – IX Issue 1(25) Spring. 2018. – ISSN 2068 – 7729. – Journal DOI. – <http://dx.doi.org/10.14505/jemt> – P. 130–135.

УДК 504.064.45

МОНИТОРИНГ РЕКУЛЬТИВАЦИИ СВАЛКИ ТПБО В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. КРАСНОДАРА

Сергеева Анна Станиславовна, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, bioeco@inbox.ru

Корунчикова Валентина Васильевна, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, valcor850@mail.ru

Ежегодный мониторинг результатов рекультивации закрытой в 90-е гг. свалки твердых промышленных и бытовых отходов (ТПБО) на окраине Краснодара показывает, что для успешной ликвидации её негативных последствий и придания эстетического вида нарушенной территории необходимы предварительное планирование, технический этап с подсыпкой достаточно плодородного грунта и подбор устойчивых и экологически пластичных видов. Биологическая рекультивация без хорошо спланированной подготовки приводит к неоднородному мозаичному растительному покрову с преобладанием рудеральных травянистых видов и переходу древесных форм в кустовидные. Наиболее устойчивыми зарекомендовали такие виды, как свинойрой пальчатый, дереза берберов, айлант высокий. Отмечается также постепенное самозарастание полукультурного субстрата случайными травянистыми видами, в основном обычными для данного региона сорными растениями: гулявником, трехреберником и т. п.

Ключевые слова: свалочный субстрат, биологическая рекультивация, растительный покров, подбор видов.

MONITORING OF RECULTIVATION OF DUMP SIDW IN THE REGION OF KRASNODAR

Sergeeva A. S., Korunchikova V. V.

Annual monitoring of the results of recultivation of dump of solid industrial and domestic wastes (SIDW) on the outskirts of Krasnodar, that closed in the 1990 years, o shows that for successful elimination of its negative effects and imparting aesthetic appearance of a disturbed territory, preliminary planning is necessary, a technical stage with adding sufficiently fertile soil and the selection of sustainable and environmentally flexible species. Biological recultivation without well-planned preparation leads to a heterogeneous mosaic vegetation cover with a predominance of ruderal grass species and the transition of tree forms to bushy ones. The most stable species such as swine feral, dereza berber, ailant. The gradual overgrowing of a semi-cultural substrate with random grassy species (mostly weedy) is noted.

Key words: landfill substrate, biological recultivation, vegetation cover, selection of species.

Серьезную глобальную проблему, в том числе в России представляют полигоны и свалки твердых бытовых и промышленных отходов. Многие из них, достигшие лимита размещения, закрываются. Помимо полигонов, выработавших свой ресурс, в России имеется огромное количество объектов, которые требуется закрыть в связи с нарушением законодательства и технических норм. Согласно новым правилам обращения с твердыми коммунальными отходами, вступившим в силу в 2017 г., отходы будут вывозиться только на лицензированные полигоны, размещение которых определила территориальная схема. На территории Краснодарского края только 14 объектов размещения ТБО эксплуатируются специализированными предприятиями в соответствии с оформленными лицензиями. По данным информационно-аналитической системы «Региональный кадастр отходов производства и потребления» на территории Краснодарского края расположено 295 санкционированных и несанкционированных свалок общей площадью 1020,0 га.

Устройство многих санкционированных свалок не соответствуют техническим требованиям проектирования, эксплуатации и рекультивации. В частности, отсутствуют противофильтрационные экраны, не проводятся работы по промежуточной и окончательной изоляции отходов, складирование отходов осуществляется хаотически, не осуществляется мониторинг состояния окружающей среды. Таким образом, на территории края действуют десятки выработавших ресурс или не соответствующих техническим нормам свалок, требующих закрытия. Все закрытые свалки после этапа стабилизации, который протекает в течение двух-трех лет, требуют рекультивации, иначе становятся опасными являются источниками негативного воздействия на окружающую среду.

Грамотная рекультивация предполагает технический этап и последующий биологический и представляет комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на защиту окружающей среды и восстановление нарушенных территорий. В связи с этим одной из важных задач является подбор фитомелиорантов в соответствии с климатическими условиями конкретного региона.

Цель биологической рекультивации – закрыть поверхность твердых бытовых отходов, минимизировать доступ атмосферных осадков в толщу отходов и тем самым сократить количество фильтрата, снизить количество поллютантов в нем. После окончательного устройства покрытия прекращается возгорание отходов, в результате чего снижается возможность загрязнения воздуха.

Биологическая рекультивация предполагает дальнейшее целевое использование территории закрытого полигона. В случае закрытой свалки на окраине Краснодара говорить об определенном целевом назначении не представляется возможным, так как сформированный в результате длительного складирования отходов объект имеет значительный объем и достаточную высоту, крутые откосы, рыхлый грунт. Использовать такой объект можно только для создания в будущем массива зеленых насаждений, выполняющих санитарно-гигиеническую функцию. При этом желательно выполнить хотя бы минимальный объем работ по переформированию склонов: где возможно – вручную нарезать микротерраски для высадки растений.

Объектом наших исследований является растительный покров свалки твердых бытовых и промышленных отходов (ТПБО) на окраине г. Краснодара, выведенной из эксплуатации в 90-е гг. прошлого века. Необходимо было обследовать состояние растительного покрова по-

сле рекультивации спустя длительный период и, возможно, пересмотреть подбор видов для биологического этапа рекультивации закрытой свалки в условиях равнинной части Краснодарского края.

Свалка твердых бытовых и промышленных отходов находится в 5 км от г. Краснодара (его основной застройки) и расположена с левой стороны от Елизаветинского шоссе (автодорога Краснодар – ст. Елизаветинская). Объект окружен землями сельскохозяйственного назначения и промышленными объектами, к западу от свалки на расстоянии около 1,5–2 км расположена ст. Елизаветинская (в настоящее время входит в состав Прикубанского округа Краснодара) с населением 28 тыс. человек, южнее протекает река Кубань.

Рекультивация свалки осуществлялась в два этапа. Технический этап, который должен был обеспечить создание систем охраны окружающей среды, включал создание дренажа с устройством канала вокруг свалки, планировку, формирование откосов, устройство террас.

Прежде чем перейти к биологическому этапу рекультивации, сотрудниками кафедры общей биологии и экологии и НИИ прикладной экологии КубГАУ (Белюченко, 1998) были заложены опыты по подбору видов древесных и травянистых растений, а перед закладкой опытов исследовались технические условия.

Свалка в проекции на плоскость имеет близкую к прямоугольной форму, в высоту – несколько уровней, при этом наибольшие отметки наблюдаются в северо-западной части, высота постепенно снижается на юго-восток. Уровни свалки сформировались благодаря террасам, которые представляют собой более или менее выравненные в горизонтальной плоскости поверхности (на карте обозначаются как «плато») в верхней, средней, нижней части и имеют по периферии склоны к подножию свалки. Соответственно, они именуется как верхнее, среднее и нижнее плато.

Северный склон высокий и крутой. Западный склон, спускающийся к рисовым чекам (в настоящее время не эксплуатируются), наиболее протяженный как сверху вниз, так и в длину вдоль тела свалки и очень крутой. Южный склон, обращенный к реке, невысокий, представлен террасовидными уступами. Восточный склон невысокий, достаточно пологий, но, как и западный, имеет значительную длину вдоль свалки.

Согласно данным химических анализов, проведенных в НИИ прикладной экологии до высадки и высева фитомелиорантов, на поверхности свалки сформировался субстрат по механическому составу представленный сильнокарбонатными супесями. Реакция почвенного раствора щелочная (рН 7,50–8,55), содержание органического вещества в пределах 2,5–12,7%. Сильная неоднородность этих данных обусловлена, вероятно, различным составом складированных на отдельных участках отходов.

Верхний слой свалки был представлен массой золы, смешанной со стеклом, остатками полиэтилена и металла. Из-за скопления метана в свалочном субстрате постоянно происходило возгорание. Верхний слой был достаточно рыхлым, поверхность бугристой. Содержащий органическое вещество плодородный слой подсыпался только у подножия свалки на обширном пологом участке в северной части территории.

Осенью 1994 г. сотрудниками кафедры общей биологии и экологии были заложены опыты с посадкой и посевом нескольких интродуцированных и местных видов растений разных жизненных форм – деревьев, кустарников, трав. При этом часть видов деревьев и кустарников молодыми саженцами размещали в питомнике верхнего плато, затем высаживали по всей территории. Другую часть высаживали на постоянное место – деревья у основания свалки, кустарники практически по всей территории с целью закрепления склонов. Всего испытывалось 14 видов деревьев, 5 видов кустарников, 11 видов многолетних и 3 вида однолетних трав – злаков и бобовых. Спустя четыре года сохранились и успешно вегетировали 6 видов деревьев (айлант высочайший, боярышник мягковатый, гледичия трехколючковая, ива вавилонская, вяз малый, церцис европейский), 2 вида кустарников (дереза обыкновенная, форсайтия европейская), 3 вида многолетних трав (житняк гребенчатый, овсяница луговая, свиной пальчатый) и 3 вида однолетних (сорго суданское, сорго техническое, вика узколистная). Впоследствии с северной стороны на пологом участке и у подножия свалки разрослись случайно занесенные, возможно, птицами, кустарники шиповника, а у дороги с восточной стороны поселилась робиния. В первые годы после размещения в питомнике погибли молодые деревья дуба Гартвиса, клена татарского, липы сердцелистной, можжевельника ка-

зацкого, сосны обыкновенной, ореха грецкого, рябины обыкновенной, черемухи обыкновенной, из кустарников – магония падуболистная, сирень обыкновенная, спирея Ван-Гутта.

Обследование состояния растительного покрова свалочного субстрата, выполненное маршрутным методом спустя 12 лет, позволило установить следующее. Поверхность свалки занята растительным покровом, сформированным преимущественно травами с проективным покрытием на разных участках от 60 до 100 %, с участием кустарников и на нижних участках – деревьев. Растительный покров, в целом и в разных частях свалки, отличается мозаичностью и неоднородностью в зависимости от экспозиции, высоты, крутизны склона и, как следствие, произрастания на неоднородном субстрате. Растительный покров различается видовым составом, соотношением площади, занятой видами, использованными при рекультивации, и площади растений, стихийно освоивших свалочный субстрат (преимущественно рудеральные виды), жизненным состоянием.

Западная часть свалки. Выположенная поверхность, примыкающая к западному склону (иначе «верхнее плато») имеет ОПП около 80 %. Кустарники занимают около 10 % площади (таблица). Необходимо отметить, что при рекультивации на верхней пологой части осуществлялись сплошные посадки дерезы, от которых на момент обследования сохранились небольшие куртины диаметром около 1 м.

Таблица – Особенности растительного покрова на свалочном субстрате вблизи ст. Елизаветинской

Участок	Общее проективное покрытие, %	Проективное покрытие жизненных форм, %			Видовой состав		
		Деревья	Кустарники	Травы	Деревья	Кустарники	Травы, ПП по Друде
Северная часть – подножие свалки	80	10	45	45	Айлант высочайший Вяз малый	Дереза обыкновенная Шиповник	Свинойрой пальчатый <i>Cop 2</i> Молочай лозный <i>Cop 1</i> Марь белая <i>Cop 1</i> Щирица запрокинутая <i>Cop 1</i>
Западная часть – верхнее плато	80	–	<10	90		Дереза обыкновенная	Марь белая <i>Cop 2-3</i> Гулявник Лозеля <i>Cop 2-3</i> Свинойрой пальчатый <i>Cop 1</i>
Западная часть – спуск с верхнего плато к середине склона	100	–	25	75		Дереза обыкновенная	Марь белая <i>Cop 2-3</i> Гулявник Лозеля <i>Cop 2-3</i> Свинойрой пальчатый <i>Cop 1-2</i>
Западная часть – ниже середины склона	70	–	20	80		Дереза обыкновенная	Свинойрой пальчатый <i>Cop 1-2</i> Щирица запрокинутая <i>Cop 1-2</i> Гулявник Лозеля <i>Cop 1</i> Латук <i>Cop 1</i>
Западная часть – нижнее плато	60	–	10	90		Дереза обыкновенная	Свинойрой пальчатый <i>Cop 1-2</i> Щирица запрокинутая <i>Cop 2</i> Гулявник Лозеля <i>Cop 1</i> Портулак огородный <i>Cop 1-2</i> Якорцы стелющиеся <i>Cop 1-Sp</i> Гумай <i>Sol</i>
Южная часть – среднее, нижнее плато	90-100	–	5–10	<90		Дереза обыкновенная	Свинойрой пальчатый <i>Cop 2</i> Гумай <i>Cop 1-Sp</i>
Юго-восток склон	90	–	10	90		Дереза обыкновенная	Свинойрой пальчатый <i>Cop 3</i>
Восточный склон	100	50	20	30	Айлант высочайший Робиния лжеакация Шелковица черная	Дереза обыкновенная	Высокослые представители сем. Мятликовые в фазе вегетации

Очень крутой спуск с верхнего плато приблизительно до середины склона имеет ОПП 100 % с распространением кустарников на 25 % площади. Ниже середины ОПП 70 %, кустарники занимают 20 % площади. Нижнее плато имеет ОПП 60 %, кустарниками освоено 10 % территории.

Южная часть. Южная сторона имеет небольшую высоту, сформирована в основном средним и нижним плато, соединенными коротким спуском. Растения обживают эту площадь с проективным покрытием 90–100 %. Кустарники составляют от 5 до 10 % общей площади.

Восточная часть. Склон невысокий, относительно пологий. ОПП 100 %. Деревья занимают 50 %, кустарники 20 % всей территории склона.

Северная часть. С северной стороны у подножия свалки на спланированном ровном участке ОПП 80 %, деревья занимают около 10, а кустарники – 15 % площади.

На состояние высаженных или высеянных при рекультивации растений сказывается неоднородность условий, прежде всего экспозиция склона, и, возможно, химический состав грунта.

Травянистая растительность. Сложных по составу и ярусности сообществ не образуется. Травянистый покров формируется часто из одновидовых или маловидовых куртин. Они сформированы либо рудеральными растениями со стержневой корневой системой (марь, щирица, гулявник и др.), либо свиноем пальчатым. Соотношение куртин свиноем и рудеральных видов имеет существенное значение, поскольку растения свиноем, формируя надземные столоны и подземные корневища, достаточно хорошо скрепляют свалочный субстрат, занимая как горизонтальные поверхности, так и спускаясь по склонам и по оврагам.

Свиноем пальчатый принимает участие в формировании травостоя с достаточно высоким обилием, в районе нижнего плато южной стороны помимо доминирующего свиноем с высоким обилием сохраняется и высеянный здесь гумай. Обширные куртины свиноем, занимающие около 25 % территории отмечены на западном склоне. На южном склоне свиноем освоил до 50 и более процентов площади, в районе юго-восточного склона он почти полностью покрывает территорию. У подножия северного склона занимает около 40 % площади.

На восточном склоне, занятом древесной растительностью, травянистый покров формируется с участием высокорослых злаков.

Дереза обыкновенная – колючий кустарник из Средней Азии, в норме высотой до 2 м, нетребовательный к почве и способный переносить даже небольшое засоление. Куртины в хорошем состоянии, диаметром более 3 м высотой 1,5 м и с обильным плодоношением отмечены в северной части у подножия свалки, где перед высадкой древесных растений подсыпался плодородный грунт; здесь наблюдается смыкание отдельных куртин с образованием сплошных зарослей на большой площади; наиболее обширный участок, занятый дерезой, составляет около 180 м². На западном склоне в его центре отмечена большая куртина дерезы диаметром около 20 м², от которой вверх и вниз по склону расселились единичные особи. Растения нормально вегетируют и плодоносят. В удовлетворительном состоянии находится дереза в юго-западной части свалки, где чаще образует небольшие куртины – 2–6 м², высота растений 0,8–1,5(1,7) м, в кроне большое количество сухих побегов (около 60%), плодоношение слабое. Молодых вегетирующих побегов мало, с очень мелкими листьями и мелкими единичными плодами. Удовлетворительным можно назвать состояние дерезы на участке перехода южного склона в восточный и на восточном склоне, где растения достигают максимальной высоты с хорошо облиственными побегами, образуют куртины, смыкающиеся на большой площади (до 100 м²), но не плодоносят (вероятно, вследствие затенения со стороны деревьев). В угнетенном состоянии находится дереза на верхней части свалки (верхнее плато, ее «крыша»), а также на южном склоне, где куртинки имеют диаметр 1–1,5 (3) м² при высоте 0,4–0,6 м, большое количество сухих побегов, слабое облиствение и слабое плодоношение. Здесь отмечен также сухостой дерезы высотой до 1,5 м.

Древесные растения сохранились в северной пологой части у подножия свалки и на невысоком восточном склоне. У высаженных в северной части свалки растений айланта и ильма сформировались кустообразные кроны. Вероятно, это является следствием разогрева субстрата (спустя 15 лет после осуществления посадок мы отмечали следы пожаров) и недостатка питательных веществ, надземная часть периодически погибает, а от прикорневой части ствола происходит возобновление мощными побегами.

Восточная часть. Деревья айланты представлены особями высотой до 4 м в генеративном состоянии. Вокруг материнских экземпляров сформированы куртины радиусом около 10 м из молодых растений, по-видимому, вегетативного и семенного происхождения. Куртины айланты переходят на верхнюю платообразную часть.

В нижней части восточного склона вдоль дорожного полотна сохранились в хорошем состоянии и несколько экземпляров гледичии, окруженные подростом, одно из деревьев плодоносящее. На этом участке отмечены робиния ложноакация и шелковица, которые не высаживались при рекультивации и, скорее всего, занесены ветром или птицами.

Выводы. Анализ формирования растительного покрова на территории бывшей городской свалки г. Краснодара через 19 лет после её закрытия и с учетом проводимых мероприятий по биологической рекультивации позволяет сделать следующие выводы:

1) для быстрого формирования устойчивых фитоценозов необходима более серьезная рекультивация с подсыпкой плодородного грунта, иначе зарастание происходит довольно медленно, с формированием малоустойчивых мозаичных фитоценозов и преобладанием в травяном покрове типичных рудеральных видов пустырей и свалок;

2) в качестве фитомелиорантов из травянистых растений на свалочном субстрате пригоден свиной пальчатый; для северного и западного склонов хорошим закрепителем является дереза, на нижних и пологих участках в условиях степной зоны Краснодарского края пригодны айлант высочайший, вяз малый, гледичия трехколючковая.

ЛИТЕРАТУРА

Белюченко И. С. Развитие первичных сукцессий на свалочном субстрате / И. С. Белюченко, Е. А. Перебора, А. В. Чалкин // Экол. проблемы Кубани. – Краснодар : КубГАУ, 1998. – 118 с.

Гурина И. В. Проблемы биологической консервации золоотвалов тепловых электростанций / И. В. Гурина, А. И. Щиренко // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства, 18–19 марта 2009 г. : сб. 1 Всерос. науч. конф. – Краснодар : КубГАУ, 2009. – С. 74–80.

Патент. Способ биологической рекультивации свалки твердых бытовых отходов / Н. Н. Мамась, Е. А. Перебора, О. А. Мельник; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «КубГАУ». – Заявка № 2010132409/13 от 02.08.2010.

Сергеева А. С. Формирование растительного покрова на свалочном субстрате (на примере рекультивации свалки ТПБО вблизи ст. Елизаветинской г. Краснодара) / А. С. Сергеева, В. В. Корунчикова, А. В. Чалкин // Экол. Вестник Сев. Кавказа – 2012. – Т. 8. – № 2. – 70–74 с.

СЕКЦИЯ 4

ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕЧНЫХ СИСТЕМ

УДК 574.522

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНОГО БИОЦЕНОЗА ПРИТОКА РЕКИ ОБИ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ильмаст Николай Викторович, доктор биологических наук, Институт биологии КарНЦ РАН, Россия, Карелия, г. Петрозаводск, ilmast@mail.ru

Алексеев Максим Юрьевич, кандидат биологических наук, Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Россия, Карелия, г. Мурманск, mal@pinro.ru

Кучко Ярослав Александрович, кандидат биологических наук, Институт биологии КарНЦ РАН, Россия, Карелия, г. Петрозаводск, y-kuchko@mail.ru

Показано, что токсическое воздействие нефти проявляется у гидробионтов по мере накопления организмами нефтепродуктов в трофической цепи: у консументов высших порядков оно наиболее выражено. По величине индекса сапробности, рассчитанной по методу Пантле - Букка с использованием индикаторных видов фито- и зоопланктона, водоток можно отнести к β -мезосапробному классу – умеренно загрязненные воды (3-й класс качества) – с колебаниями индексов сапробности 1,87–2,0.

Ключевые слова: биоценоз, Ватинский Еган, гидробионты, нефтяное загрязнение, сапробность, токсическое воздействие.

STUDY OF WATER BIOCEANOSES OF THE TRIBUTARY OF THE OB RIVER IN CONDITIONS OF OIL POLLUTION

Ilmast N. V., Alekseev M. Yu., Kuchko Ya. A.

It is shown that the toxic effect of oil is manifested in hydrobionts with the accumulation of petroleum products in the trophic chain. From consumers of the higher order it are more pronounced. According to the value of the saprobity index calculated by the Pantle-Buk method using indicator phyto-and zooplankton species, the river can be attributed to the β -mesosaprobe class - moderately polluted waters (3rd class of quality) - with fluctuations in the saprobity indices of 1.87 - 2.0.

Keywords: biocenosis, River Vatinsky Egan, hydrobionts, oil pollution, saprobity, toxic effects.

Введение. Освоение нефтяных месторождений, даже при условии соблюдения всех требований законодательства в области экологической безопасности, неизбежно приводит к загрязнению окружающей среды. Расположенные вблизи от месторождений водные экосистемы чаще всего подвергаются негативному воздействию сырой нефти в форме первичного загрязнения. В паводковый период нефть может распространяться на многие километры с поверхностным и подземным стоком. Учитывая суровые климатические особенности ХМАО, естественная утилизация нефти проходит в большие сроки. Кроме этого, после микробиологической переработки, углеводороды способны аккумулироваться в живых организмах, накапливаться при отмирании этих организмов, вызывая вторичное загрязнение [5]. Из-за относительно низкой трофности водоемов северных широт на их восстановление требуется значительно больше времени, чем в средней полосе России [1].

В июле-августе 2011 и 2012 гг. в рамках экологического мониторинга были выполнены работы, целью которых являлась оценка текущего состояния водных биоценозов реки Ватинский Еган, протекающей по территории действующего Саянск-Туркестанского нефтяного месторождения (западная Сибирь) [13].

Материал и методы. Район работ охватывал верхнее и нижнее течение р. Ватинский Еган, протекающей по Саянск-Туркестанскому нефтяному месторождению и впадающей в р. Обь. Сбор и первичную обработку материала осуществляли в июле-августе 2011 и 2012 гг. До-

полнительно использовали аналогичные данные за 2006 г. Река достаточно извилиста, имеет значительную площадь водосбора, вследствие чего способна выносить в Обь большое количество нефтепродуктов.

Проведена оценка количественного и качественного состава гидробионтов основных звеньев трофической цепи: фито- и бактериопланктона, зоопланктона, макрозообентоса и рыб. Сбор материала проводился по общепринятым методикам [6, 7, 10, 12, 14 и др.]. Для анализа и интерпретации результатов использовался ряд руководств [2, 3, 4, 8, 15, 11 и др.].

Результаты. Бактериопланктон в водных экосистемах реки формируется как на основе автохтонного органического вещества, так и аллохтонного стока с площади водосбора. Различия в количественных показателях бактериопланктона в верхнем и нижнем течении р. Ватинский Еган незначительные: общая численность микроорганизмов составила, соответственно 2,7 и 2,4 млн кл/мл.

В фитопланктоне нижнего течения р. Ватинский Еган зафиксировано 16 видов водорослей из 4 систематических отделов: диатомовые, золотистые, зеленые и эвгленовые. Значения численности и биомассы фитопланктона в реке составляют 182,5 тыс. кл/л и 0,61719 г/м³ в центральной части и 300,0 тыс. кл/л и 0,34915 г/м³ в литорали.

В фитопланктоне верхнего течения реки насчитывается 24 вида водорослей из 5 систематических отделов: синезеленые, золотистые, диатомовые, зеленые и эвгленовые. Численность фитопланктона составляет соответственно в центральной и литоральной частях 106,0 и 97,2 тыс. кл/л, биомасса 0,41306 и 0,45311 г/м³. Значение индекса сапробности ($S = 2,0$) указывает на β -мезосапробный характер вод р. Ватинский Еган и позволяет отнести их к 3-му классу удовлетворительной чистоты, разряду 3а – умеренно слабозагрязненные воды.

Видовой состав зоопланктона характерен для озер и водотоков таежной и тундровой зоны, где основными экологическими факторами, влияющими на его структуру и обилие, являются низкие среднегодовые температуры воды, короткий вегетационный период и кислая реакция среды. За период исследований было выявлено 26 видов зоопланктона: *Rotifera* – 9, *Cladocera* – 12 и *Copepoda (Cyclopiformes)* – 5. В образовании общей биомассы отмечено абсолютное доминирование кладоцер (до 96 % от общей) за счет развития фитофильных и придонно-бентических видов в зоне рипали. По уровню количественного развития планктонной фауны со средней величиной биомассы около 0,56 г/м³ р. Ватинский Еган можно отнести к олиготрофному типу. По соотношению индикаторных видов зоопланктона р. Ватинский Еган относится к водоемам β -мезосапробного класса или умеренно слабозагрязненным [9].

Донная фауна (макрозообентос) р. Ватинский Еган бедна качественно и представлена организмами трех систематических групп: *Oligochaeta*, *Chironomidae*, *Gastropoda*. По численности в русловой части водотока доминируют хирономиды (53 %) (*Tanytarsus sp.*, *Procladius sp.*, *Psectrocladius psilopterus*), в литорали – *Oligochaeta* (57 %). По биомассе повсеместно преобладают брюхоногие моллюски. Средняя численность организмов макрозообентоса составила в период исследований 1310 экз./м² при средней биомассе 1,9 г/м², что соответствует β -олиготрофному классу (водоемы с низкой продуктивностью). По уровню загрязненности водоем можно отнести к β -мезосапробному классу – умеренно загрязненные воды. Пробы имели отчетливый запах нефтепродуктов.

Ихтиофауна р. Ватинский Еган представлена речным окунем (*Perca fluviatilis*), щукой (*Esox lucius*), пескарем (*Gobio gobio*) и ельцом (*Leuciscus leuciscus*). В уловах доминировал окунь (90 %). В 2006 г. у рыб наблюдалась низкая упитанность, ранний возраст наступления половой зрелости, пониженный темп роста, высокая естественная смертность и малая продолжительность жизни. Такой тип динамики популяций можно рассматривать в качестве адаптации данного вида к неблагоприятным гидрологическим условиям изучаемого водотока. Особенно выражены дистрофические процессы в печени, проявляющиеся в изменении ее окраски (светлая либо мраморная) и рыхлой структуре, это было отмечено у 85 % окуней. Наиболее отчетливый характер патологии приобретали по мере увеличения возраста рыб. По сравнению с результатами клинического анализа рыб, проведенного в 2006, в 2011 и 2012 гг. физиологическое состояние рыб было относительно нормальным.

Заключение. Токсическое воздействие нефти на водные организмы, населяющие р. Вагинский Еган, проявляется по мере накопления организмами нефтепродуктов в трофической цепи, наиболее оно выражено у хищных рыб – окуня. Обычно это связано с разнообразными изменениями паренхиматозной ткани печени. При хронически протекающем отравлении массовой гибели рыбы, как правило, не наступает, либо она незначительна. Отмечена благоприятная динамика физиологических показателей рыб в 2011–2012 гг., по сравнению с 2006 годом, что можно связать с улучшением экологической обстановки в обследованном водотоке. По величине индекса сапробности, рассчитанного по методу Пантле – Букка в модификации Сладечека с использованием индикаторных видов фито- и зоопланктона, водоток можно отнести β -мезосапробному классу – умеренно слабозагрязненные воды (3-й класс качества) – с колебаниями индексов сапробности 1,87–2,0.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев М. Ю. Оценка состояния пресноводных биоценозов в рамках общей концепции защиты окружающей среды при освоении Штокмановского газоконденсатного месторождения / М. Ю. Алексеев, А. В. Зубченко, В. А. Неличик // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2014. – № 7. – С. 33–39.
2. Аминова В. А. Физиология рыб / В. А. Аминова, А. А. Яржомбек. – М. : «Легкая и пищевая промышленность», 1984. – 300 с.
3. Балущкина Е. В. Применение интегрированного показателя для оценки качества вод по структурным характеристикам донных сообществ / Е. В. Балущкина // Реакция озерных экосистем на изменение биотических и абиотических условий. Труды Зоологического института РАН. – Т. 272. – СПб., 1997. – С. 266–292.
4. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / С. П. Китаев. – Петрозаводск, 2007. – 395 с.
5. Кондратьева Л. М. Вторичное загрязнение водных экосистем / Л. М. Кондратьева // Водные ресурсы. – 2000. – Т. 27. – № 2. – С. 221–231.
6. Лабораторный практикум по болезням рыб / Под ред. В. А. Мусселиус. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 290 с.
7. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л., 1984. – 52 с.
8. Оксийок О. П. Методические приемы использования эколого-санитарной классификации поверхностных вод суши / О. П. Оксийок, В. Н. Жукинский // Гидробиологич. журн. – 1983. – Т. 19. – № 5. – С. 63–67.
9. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. – Т. 2. Зоопланктон. – М.-СПб, 2010. – 495 с.
10. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
11. Романенко В. И. Экология микроорганизмов пресных вод / В. И. Романенко, С. И. Кузнецов. – Л., 1974. – 193 с.
12. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
13. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. – М., 1975. – 176 с.
14. Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности / В. Д. Федоров. – М. : Изд-во МГУ, 1979. – 166 с.
15. Sladeček V. System of water quality from biological point of view / V. Sladeček // Arch. Hydrobiol. – 1973. – № 7. – 218 p.

ЭКОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ БОРОВЫХ ТЕРРАС РЕКИ УСМАНКИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Яшин Иван Михайлович, доктор биологических наук, профессор, РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, кафедра экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, **Россия**, Москва; *ivan.yashin2012@gmail.com*

Рамазанов Сабир Рамазанович, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, **Россия**, Москва; *ivan.yashin2012@gmail.com*

Атенбеков Р. А., Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, **Россия**, Москва; *ivan.yashin2012@gmail.com*

На почвенно-экологическом стационаре «Веневитиново» Воронежского государственного университета, в фациях соснового бора (фон) и на пустоши, после сильного пожара 2010 г. (гарь – в пределах подошвы выположенной песчаной гривы речной террасы) изучены морфология, состав гумуса и водная миграция веществ в профилях песчаных почв на древнем аллювии. Установлено, что в условиях лесостепной зоны, на речных борových террасах в фациях зрелых сосняков возможно формирование почв, близких по генезису и свойствам к подзолам таежной зоны. Это связано с биогенной кислотностью, трансформацией и миграцией соединений Fe в инертном носителе – тонкозернистых песчаных наносах.

Ключевые слова: почвы, речные террасы, миграция, сорбционные лизиметры, органические вещества, биогенная кислотность.

ECOGEOCHEMICAL ASSESSMENT OF SOILS OF PINE-FOREST TERRACES OF THE RIVER OF USMANKI IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE ZONE

Yashin I. M., Atenbekov R.A.

On a soil and ecological hospital of "Venevitinovo" of Voronezh state university, in pinery fatsias (hum noise) and on a heathland, after the strong fire of 2010 (ashes – within a sole of a vypolozhenny sandy mane of a river terrace) the morphology, structure of a humus and water migration of substances in profiles of sandy soils on ancient alluviya are studied. It is established that in the conditions of a forest-steppe zone, on river pine-forest terraces in fatsias of mature pine forests formation of soils, the first in genesis and to properties to podzols of a taiga zone is possible. It is bound to biogenic acidity, transformation and migration of the Fe connections in the inert carrier – fine-grained sandy deposits.

Keywords: soils, river terraces, migration, getter lysimeters, organic matters, biogenic acidity.

Объекты исследования. Координаты стационара: С – 52°28'54.8508''; В – 38°45'37.4508''.

¹Стационарные площадки были заложены на территории Биологического учебно-научного центра (БУНЦ) «Веневитиново» ВГУ в 2016 году. А сам БУНЦ организован в 1946 году в живописном лесостепном ландшафте – на надпойменной террасе реки Усманки [2].

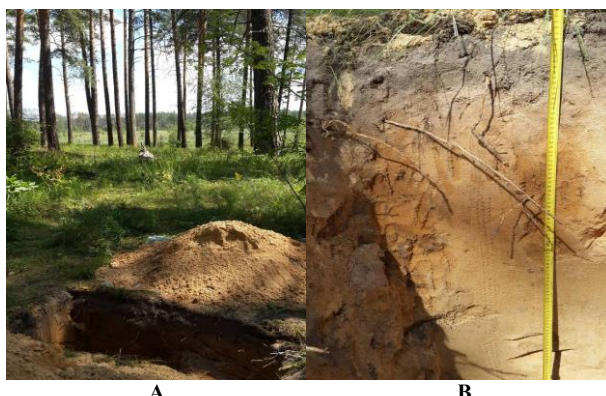


Рисунок 1 – А – общий вид лесного стационара «Веневитиново» Воронежского университета: фация соснового бора в пределах подошвы выположенной песчаной гривы на надпойменной террасе р. Усманки; В – профиль подзола слабо дифференцированного иллювиально-железистого песчаного на древнем аллювии (фото И. М. Яшина, 25.06.2016).

¹ С. Р. Рамазанов и Р. А. Атенбеков являются соискателями кафедры экологии, а профессор И. М. Яшин – их научный руководитель с 2015 г.



А

В

Рисунок 2 – **А** – Пустошь – гарь на песчаных гнивах, приуроченная к надпойменной террасе реки Усманки стационара «Веневитиново» (фация деградированного степного разнотравья с локальными бурыми пятнами мхов около разрушающихся пней); **В** – профиль *пирогенной слабо дифференцированной* песчаной почвы на древнем аллювии с установленными сорбционными лизиметрами (фото И. М. Яшина, 25.06.2016).

Полевые стационарные исследования выполнены при участии сотрудника ВГУ доцента Л. Алаевой. На рисунках 1–4 представлены фотографии профилей подзолов иллювиально-железистых.

Методы экологических исследований. На стационарных площадках стационара «Веневитиново» использовали маршрутные исследования почв и метод сорбционных лизиметров для изучения миграции (сорбенты – активированный уголь и ионообменные смолы: катионит КУ-2 и анионит АВ-17). Анализы выполнены в аккредитованной лаборатории ГЦАС «Московский» и ЛАМП (лаборатории агроэкологии, моделирования и прогнозирования экосистем) кафедры экологии РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева по ГОСТ. Полевые опыты проводили в 2016–2017 гг. Результаты апробированы статистически для однородной выборки [3, 5].

Результаты и их обсуждение. Профиль подзола слабо дифференцированного иллювиально-железистого на древнем аллювии с мощной лесной подстилкой в фации сосняка представлен на рисунке 1А. В песчаном профиле отмечена слабая аккумуляция гумусовых веществ, поскольку песок (как матрица) имеет очень низкую емкость поглощения и хорошую аэрацию. Выщелачиваемые атмосферными осадками из лесной подстилки водорастворимые органические вещества (ВОВ) и железо-органические комплексные соединения слабо сорбируются частицами песка и мигрируют вглубь профиля. В нижней части зоны промачивания почвы эти продукты почвообразования выпадают в осадок. Микроорганизмы активно трансформируют компоненты ВОВ (используя их вещества и энергию), а ионы железа ассоциируются в коллоидные мицеллы и выпадают в осадок. Так формируется иллювиально-железистый горизонт, состоящий из гидрогелей гидроксидов железа. Данный горизонт выражен четко и является барьером миграции. Выявлена сезонная динамика морфологии подзолов.

В засушливые сезоны мигранты – молекулы ВОВ, которые были частично сорбированы песчаным субстратом, быстро утилизируются микроорганизмами. Цвет песчаного подзолистого горизонта «Е» (под подстилкой) становится ярко-белесый, как у подзолов тайги (рисунок 3).

Во влажные сезоны года компоненты ВОВ с ионами железа образуют ионно-молекулярные темно-бурые почвенные растворы. При водной миграции из слоя лесной подстилки они временно окрашивают подзолистый песчаный слой в серый цвет. Тогда подзолистый горизонт можно ошибочно диагностировать как «дерновый», если не принимать во внимание функционирование самой хвойной экосистемы, а анализировать только морфологию почвы. Процесс формирования иллювиально-железистых подзолов связан с биогенной кислотностью хвойных вечнозеленых лесов и водной миграцией продуктов почвообразова-

ния. Биогенная кислотность в экосистемах тайги была экспериментально обоснована И.М. Яшиным с соавт. [3, 5], которые использовали методы хроматографии, радиоактивных индикаторов и сорбционных лизиметров. Примечательно, что кислотность до сих пор изучается на уровне почвенных образцов, а не на уровне экосистемы. Причем с агрономической точки зрения высокая кислотность почв – это негативный фактор для возделываемых культур. С экологических позиций биогенная кислотность формируется самой биотой хвойных сообществ. Значительные массы органических кислот и фульвокислот необходимы биоте для эффективной мобилизации в раствор из твердой фазы почв элементов питания, формирования мобильных комплексных соединений и их усвоения. Эти процессы протекают в условиях дефицита элементов питания и нахождения их в почвах в труднодоступной форме.

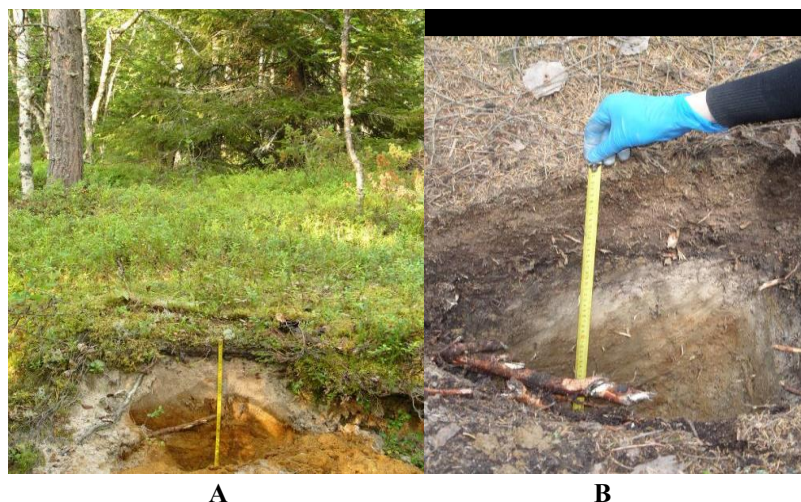


Рисунок 3 – Подзолы песчаные Европейского Севера России не имеют гумусового горизонта из-за масштабной миграции ВОВ и воздействия органических кислот на молекулы новообразованных гумусовых веществ, а вместо гор. **А**₁ в профиле формируется сезонная «гумусовая занавеска»: **А** – подзол иллювиально-железистый в фации сосняка сложного на острове Большой Соловецкий в Архангельской области (в 3 км к северу от Соловецкого Кремля); **В** – подзол иллювиально-гумусово-железистый на флювиогляциальных отложениях у основания крупного муравейника в таежном лесопарке г. Петрозаводска Карелии, ул. Университетская (фото И.М. Яшина: **А** – 2004, **В** – 2014).

Подчеркнем, песчаные почвы борových террас лесостепи Воронежской области (таблица 1), в пределах водораздела рек Дона и Воронежа по морфологии и свойствам похожи на таежные подзолы Архангельской области, Соловецкого архипелага и Карелии (рисунок 2). Конечно, экологические условия таежных ландшафтов отличаются от лесостепных, в частности, более активным промывным водным режимом (и масштабом водной миграции веществ), сезонным переувлажнением почв, ярким дефицитом в них кальция и азота, высокой кислотностью. Повторим: таежная биота сама создает среду обитания, прежде всего, путем формирования ВОВ – органических кислот, полифенолов и фульвокислот в лесных подстилках. Дополнительными источниками органических кислот являются корневые выделения, смывы с вегетативных органов хвойных пород, а также функционирование плесневых грибов-кислотообразователей в лесных подстилках [3, 5]. В лесной подстилке сосредотачивается основная масса элементов питания, корней растений и микроорганизмов (таблица 1). Поэтому в лесной подстилке хвойных сообществ задается направленность процесса подзолообразования. К сожалению, на эту генетическую особенность почв в лесах лесостепной зоны почвоведы долго не обращали внимания [1].

Морфология пирогенных «почв», испытавших масштабный пожар в 2010 г., отличается наличием двух контрастных горизонтов – серого (ложного гумусового – **Е_h**) и песчаного ожелезненного субстрата палево-желтоватого цвета – **В_f**. Сверху горизонта **Е_h** залегает не выгоревшая после пожара плотная и жесткая дернина мощностью 3–5 см, хотя она сохранилась локально.

Таблица 1 – Физико-химические свойства почв на древнеаллювиальных отложениях боровой террасы р. Усманки стационара «Веневитиново».

Горизонт и глубина отбора образцов, см	pH _{ксл}	Н _г	Поглощённые основания		Содержание частиц менее 0,01 мм, %	С _{орг} по Тюрину, %	Доступные формы, мг/кг	
			Ca ²⁺	Mg ²⁺			H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺
			мг-экв/100 г					
Сосновый бор. Разрез 77. Почва: подзол иллювиально-железистый слабо дифференцированный песчаный на древнеаллювиальных отложениях (отбор проб 25.06. 2016 г.)								
A ₀ 0-4	4,3 ± 0,2	7,3 ± 0,7	4,8 ± 0,3	0,3 ± 0,1	Не опр.	Не опр.	114,7 ± 2,5	98,6 ± 3,3
E _h 5-15	4,5 ± 0,2	6,5 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,04 ± 0,0	6,4	0,8 ± 0,2	5,7 ± 0,2	7,8 ± 0,3
B _f 37-47	4,7 ± 0,4	4,8 ± 0,7	0,3 ± 0,1	0,02 ± 0,0	4,5	1,9 ± 0,3	129,4 ± 2,1	14,7 ± 0,4
Пустошь (гарь). Разрез 78. Почва: пирогенная песчаная на древнем аллювии (отбор проб 25.06. 2016)								
A _д 0-3	6,7 ± 0,2	0,8 ± 0,3	1,9 ± 0,5	0,2 ± 0,0	Не опр.	Не опр.	75,3 ± 1,1	47,6 ± 1,3
E _h 4-14	7,1 ± 0,3	0,5 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,03 ± 0,0	5,6	0,3 ± 0,0	13,1 ± 0,3	8,7 ± 0,5
B _f 21-31	6,1 ± 0,4	0,7 ± 0,1	0,4 ± 0,2	0,02 ± 0,0	1,9	0,5 ± 0,0	24,8 ± 30	8,0 ± 1,1

Песчаный буровато-палевый субстрат не имеет четкого иллювиально-железистого горизонта. Граница перехода между этими слоями резкая, что указывает на отсутствие устойчивой генетической взаимосвязи между ними, поскольку это почвоподобный пирогенный субстрат. «Ложный гумусовый» светло-серый горизонт обогащен сажей, частицами древесного угля и золы после пожара. pH водной вытяжки в этом слое составляет 7,1–7,8, содержание доступных форм фосфора и калия по Кирсанову соответственно 13,1 и 8,7 мг/кг, общий углерод – 0,3%. При взятии мазка, субстрат легко мажется, образуя серый след на бумаге в полевом дневнике. Мелкозем этого горизонта (при взятии образца в сухом состоянии) сильно пылит, бесструктурный, совершенно не похожий на гумусовый горизонт дерновой суглинистой почвы. Она, как известно, образуется под лугово-степным и луговым разнотравьем, в суглинистых профилях, при близком залегании карбонатно-кальциевых пород. Поэтому называть почвы боровых террас, развитых на древнем аллювии, как дерновые, некорректно. Причем очень мелкие частицы древесного угля, сажи (это неорганический углерод графитоподобных частиц, как матрица) в настоящее время поглощают небольшие массы ВОВ корневых выделений растений при их миграции из дернины. Они задают будущую структуру гумусовых соединений, но пока это начальный этап гумусообразования. Следовательно, вещества серого горизонта E_h (рисунок 4 В) – это смесь различных химических соединений, в том числе и продуктов пирогаеза, а не новообразованные гумусовые вещества, возникшие вследствие естественного процесса гумификации на почвенной матрице ионов и молекул ВОВ [6]. Они активно выщелачиваются водой.

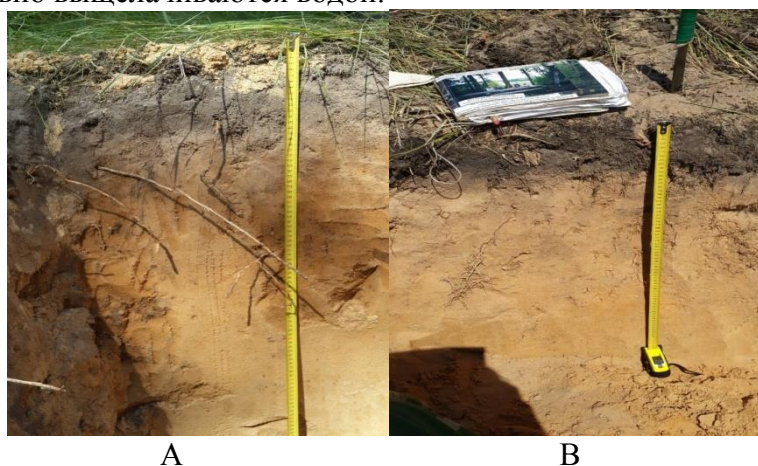


Рисунок 4 – Стационар «Веневитиново» Воронежского университета:

А – лес, фоновая фация соснового бора; **В** – гарь на песчаных гривах надпойменной террасы р. Усманки. Профили нативной «А» и пирогенной «В» почв морфологически *похожие*, но *отличие есть* как в верхней части профилей, так и в биогеохимическом круговороте веществ – в составе гумуса и масштабе водной миграции ВОВ (фото И. М. Яшина, 25.06.2016).

Таблица 2– Фракционно-групповой состав гумусовых веществ почв боровой террасы реки Усманки стационара «Веневитиново».

Горизонт и глубина отбора образца, см	С _{общ.} по Тюрину, %	С _{орг.} фракций гуминовых веществ, % от С _{общ.}				С _{орг.} фракций фульвосоединений, % от С _{общ.}				
		1	2	3	сумма	1a	I	2	3	сумма
Сосновый бор. Разрез 77. Почва – подзол иллювиально-железистый слабо дифференцированный песчаный на древнеаллювиальных отложениях (отбор проб почвы 25.06.2016).										
Е _h 5–15	0,8±0,2	Не обн.	Не обн.	7,1	7,1	25,2	12,1	8,7	2,3	48,3
В _f 37–47	1,9±0,3	0,8	Не обн.	3,1	3,9	29,6	14,7	12,6	2,9	59,8
Пустошь (гарь). Разрез 78. Почва: пирогенная песчаная на древнем аллювии (отбор проб почвы 25.06.2016).										
Е _h 4–14	0,3±0,0	0,7	Не обн.	2,8	3,5	10,1	7,5	4,9	2,2	24,7
В _f 21–31	0,5±0,0	0,6	1,7	1,9	4,2	8,4	6,1	8,3	5,2	28,0

Таблица 3 – Форма и масштаб водной миграции Fe и органических веществ в почвах стационара «Веневитиново» ВГУ.

Гор-т и глубина закладки колонок, см	С _{орг.} ВОВ, г/м ²				% ионов Fe ³⁺ , прочно связанных с ВОВ в комплексы	Масштаб нисходящей миграции Fe-ВОВ комплексов, мг/м ²	Градиент барьера миграции (G) С _{орг.} ВОВ, г/м ³ год-1
	Общий масштаб водной миграции (уголь)	в 0,1н. HNO ₃ элюате с угля	в 0,1н. NaOH элюате с угля	По сорбции катионитом КУ-2			
Сосновый бор. Разрез 77. Почва: подзол иллювиально-железистый слабо дифференцированный песчаный на древнеаллювиальных отложениях (наблюдения 25.06.2016 – 29.06.2017).							
А _д (O) – 4	25,3±2,3	7,9±3,1	17,3±3,8	0,14±0,04	63,7±4,7	432,1±34,3	Не опр.
Е _h – 14	24,0±2,3	7,4±2,8	16,5±4,1	0,11±0,02	52,1±9,2	373,1±23,2	13,0
В _f – 63	7,0±0,9	2,8±0,9	4,2±1,7	0,02±0,01	67,5±3,4	17,4±2,4	34,7
Пустошь (гарь). Разрез 78. Почва: пирогенная песчаная на древнем аллювии (наблюдения 25.06.2016 – 29.06.2017).							
А _д - 3	3,7±0,4	2,3±0,6	1,3±0,4	0,05±0,01	19,5±6,8	45,8±2,5	Не опр.
Е _h – 13	2,1±0,1	1,8±0,4	0,2±0,0	0,07±0,01	14,8±9,3	12,6±1,9	16,0

Профиль фоновой почвы в сосновом бору отличается четкой дифференциацией соединений железа в слое тонкозернистого песка и относится к слабо дифференцированному подзолу иллювиально-железистому песчаному на древнем аллювии (рисунок 1 В и 4А). Подобное перераспределение соединений железа связано с экологическими функциями ВОВ в фациях сосны [6]. Верхний белесо-сероватый горизонт Е_h является ложным гумусовым горизонтом – «гумусовой занавеской» [3, 4]. Величина рН водной вытяжки из лесной подстилки достигает 4,3–4,5, в подзолистом горизонте Е_h она также среднекислая – 4,4–4,5. А в иллювиально-железистом горизонте кислотность незначительно ослабевает, достигая величины 4,7.

Фракционно-групповой состав гумусовых соединений почв в сосновом бору и на гарях заметно различается. В почве сосновой фации состав гумуса близок по аналогии к подзолам иллювиально-железистым таежной зоны [4]. Здесь заметно преобладает группа фульвосоединений (ФС), а в их составе доминирует фракция 1a, десорбируемая из почвы водным раствором 0,1 н H₂SO₄. Это наиболее активные химически органические вещества в составе фульвокислот. Они совместно с органическими кислотами и обуславливают кислотный гидролиз почвенных минералов. Высокомолекулярных гуминовых кислот очень мало – 4–7 % от С_{общ.}. Заметная масса органических веществ находится в негидролизованном остатке почвы (гумине) – 40–46 % от общего органического углерода С_{общ.} в мелкозем.

Состав гумуса *пирогенной почвы* характеризуется очень низким общим содержанием органических веществ – 0,3–0,5 %. В их составе преобладает группа мобильных фульвосоединений – это современные вещества. Гуминовых веществ в пирогенной песчаной почве крайне мало – 3,5–4,2 % от общего органического углерода почвы (таблица 2): в подзолах нет эко-геохимических условий для их формирования из-за дефицита азота и кальция.

С помощью метода сорбционных лизиметров нами были выявлены вещества, обуславливающие сезонную окраску (вуализацию) подзолистого белесого горизонта подзолов. Ими оказались железо-органические комплексные соединения, которые в растворе имеют различный цвет, зависящий от соотношения в растворе масс Fe и $C_{орг}$ ВОВ [4, 6]. Эти комплексы также имеют разные знаки заряда: нулевой, отрицательный и положительный. Поэтому они по-разному доступны биоте. Среди органических веществ диагностированы полифенолы и органические алифатические кислоты – лимонная, фумаровая, щавелевая. Установлено, что лесные подстилки хвойных лесов являются основным источником мобильных гумусовых веществ почвы фульвокислотного генезиса. В фациях сосновых боров, развитых на песчаных подзолах, биотой формируются, главным образом, низкомолекулярные органические вещества, имеющие ярко выраженные кислотные, аллелопатические и комплексообразующие свойства. Примечательно, что плотность водного потока ВОВ и железо-органических комплексных соединений ($мг/м^2$) в подзолах лесостепи, под зрелыми сосновыми борами, довольно значительная и вполне сопоставима в подзолами тайги Европейского Севера [4]. В почвах гарей БУНЦ миграция мобильных форм соединений железа выражена слабо, поскольку масштаб миграции ВОВ очень небольшой. В значительной мере это связано с тем, что за семь лет, прошедших после крупного пожара, наземный травянистый покров восстановился еще неполностью и локально. Биогеохимический круговорот веществ ослабленный. Почвы боровых террас на гарях трансформируются в будущем, при глобальном изменении климата (его аридизации), по-видимому, в пески незакрепленные, поскольку особенности наземного растительного покрова будут зависеть от глубины залегания грунтовых вод, которая уже в настоящее время понижается.

Заключение. На надпойменной террасе р. Усманки – в сосновом бору и на гарях (после пожара 2010 г.) - исследованы морфология, физико-химические свойства и фракционно-групповой состав гумусовых веществ почв на древнем аллювии, а также водная миграция органических и органоминеральных соединений.

Установлено, что по морфологии и физико-химическим свойствам песчаные почвы Усманского бора относятся к подзолам иллювиально-железистым слабо дифференцированным на древнем аллювии. Пирогенные почвы гарей имеют слабо дифференцированный и ожелезненный профиль со скудным травянистым покровом. Дерновый процесс здесь, как и в сосновом бору, крайне заторможен. Он лимитируется отсутствием мощного травянистого покрова с высокой зольностью, песчаным гранулометрическим составом с низкой емкостью поглощения, дефицитом ионов Ca^{2+} и элементов питания, водной миграцией, а также глубиной залегания грунтовых вод. Экосистема соснового бора функционирует в режиме биогенного кислотообразования, миграции и перераспределения в песчаном субстрате соединений железа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахтырцев Б. П. Почвенный покров Среднерусского Черноземья. [Текст] / Б. П. Ахтырцев, А. Б. Ахтырцев. – Воронеж : ВГУ, 1993. – 216 с.
2. Биологический учебно-научный центр ВГУ «Веневитиново». Ред. Н. И. Простаков. Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. – 125 с.
3. Яшин И. М. Ландшафтно-геохимическая диагностика и генезис почв Европейского Севера России : монография [Текст] // И. М. Яшин, А. Д. Кашанский. – 2-е доп. Издание / Ред. И. М. Яшин. – М. : РГАУ – МСХА, 2015. – 202 с.
4. Яшин И. М. Экологическая оценка, генезис и эволюция черноземов Приволжской Возвышенности : монография. [Текст] / И. М. Яшин, И. И. Васенев, С. Р. Рамазанов / Ред. И. М. Яшин. – М. : РГАУ – МСХА, 2017. – 158 с.
5. Яшин И. М. Экологическая роль водорастворимых органических веществ в гумусообразовании и миграции в почвах таежно-лесной зоны [Текст] // И. М. Яшин, Р. А. Атенбеков, В. А. Черников, И. И. Васенев // Известия ТСХА. – 2018. – Вып. 4. – С. 32–45.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Гаджиева Севиндж Рафик кызы, доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой экологической химии Бакинского государственного университета, *Азербайджан, Баку*, *s.hajiyeva-bsu@mail.ru*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук, доцент, Бакинский государственный университет, *Азербайджан, Баку*, *tarana_chem@mail.ru*

Рустамова Ульвия Нуширеван кызы, кандидат химических наук, доцент, Бакинский государственный университет, *Азербайджан, Баку*

Кулиева Мелейке Галиб кызы, Бакинский государственный университет, *Азербайджан, Баку*

Северная часть Азербайджана – это территория со спокойным рельефом и слабым наклоном в направлении Каспийского моря. На территории более 250 родников, играющих важную роль в питании водопровода. Согласно последним исследованиям Санитарно-гигиенического Центра Министерства здравоохранения Республики и Института Геологии НАНА, в настоящее время качество этих вод не претерпело серьезных изменений, их химический состав, минеральность и прозрачность полностью отвечают нормам, принятым для питьевых вод.

Ключевые слова: Гудялчай, Гарачай, минеральность, реки, артезианская вода, сульфаты, хлориды, жесткость, родниковые воды.

ECOLOGICAL CONDITION OF WATER RESOURCES OF A NORTHERN PART OF AZERBAIJAN

Hajiyeva S. R., Aliyeva T. I., Rustamova U. N., Kuliyeva M. G.

Northern part of Azerbaijan is a territory with a quiet relief, with a weak inclination in the direction of the Caspian Sea. In the territory there are more than 250 springs playing an important role in water supply system food. According to the last researches of the Sanitary and hygienic Center Ministries of Health Respubliki and Institute of Geology of NANA, now the quality of these waters did not undergo serious changes, their chemical composition, the minerality and transparency completely answer the norms accepted for drinking waters.

Keywords: Gudyalchay, Garachay, minerality, rivers, deep-well water, sulphates, chlorides, rigidity, spring waters

Нами была проведена оценка показателей качества подземных водных ресурсов Губа-Хачмазской зоны Азербайджанской Республики; факторов, влияющих на их изменение, а также мер по их охране и защите.

Установлено что, минеральность артезианских вод в этой области меняется в пределах 290–700 мг/л. Вместе с тем количество сульфатов не превышает 112 мг/л, а хлоридов – достигает 130 мг/л. Общая жесткость воды – не более 7 мг-экв/л. Количество меди составляет 0,005–0,07 мг/л, цинка – 0,001–0,035 г/л, нитритов 0,16–1 мг/л, что меньше принятых норм. Санитарно-бактериологические показатели оцениваются удовлетворительно (коли-титр 100–300, микроб 600). Жесткость воды в среднем составляет 5 мг-экв/л, количество (мг/л) хлоридов 8–11,5, количество сульфатов 50,2–85,5, сухой остаток 300–427, аммиак, нитрит и нитрат – ионы не обнаружены. Количество фтора составляет не более 0,08–0,27 мг/л. По своим физическим показателям вода прозрачная, без запаха, температура ее стабильна.

Родниковые воды Губа-Хачмазской зоны сильно отличаются по своему качеству. Например, в то время как минеральность родниковых вод Губинского района не превышает 600 мг/л, в Гусарском районе этот показатель достигает 850, а в некоторых случаях даже превышает 1000 мг/л. Показатели количества сульфатов, хлоридов и общей жесткости родниковых вод района отличаются незначительно. Меньше всего сульфатов содержится в водах Губинского (115 мг/л) и Гусарского (160 мг/л) районов. Максимальное количество хлоридов в водах Губинского района составляет 160, а Гусарского – 184 мг/л. Общая жесткость подземных вод этой территории составляет 3,5–13,5 мг-экв/л.

Колодезные воды Губа-Гусарского района отличаются по своему качеству от родниковых и артезианских вод. Например, общая минеральность этих вод 2 раза выше по сравнению с другими подземными водами. По административным районам региона минеральность вод

характеризуется следующими показателями: для Губинского района 490–950, для Гусарского 220–760 мг/л. Количество сульфатов в колодезных водах Губинского района составляет 60–230, а Гусарского – 8–264 мг/л. Количество хлоридов в колодезных водах меняется следующим образом: в Губинском районе 12–50, в Гусарском – 8–430 мг/л. Вместе с тем общая жесткость колодезных вод региона изменяется в большом диапазоне (2–34 мг-экв/л). В результате исследований было выявлено, что содержание органических веществ в подземных водах изменяется по районам. Артезианские колодца и родники в данном регионе ввиду хорошей охраны сохраняют высокое качество подземных вод. Однако нарушения в эксплуатации артезианских колодцев в некоторых селах, несоблюдение элементарных технико-санитарных норм приводят к загрязнению окружающей среды и заболачиванию местности. Отсутствие в составе подземных вод железа и нитритов, незначительные количества сульфатов, хлоридов, вкус и прозрачность воды позволяют считать подземные воды региона высококачественными.

Подземные воды Губа-Хачмазского региона изучены достаточно хорошо с точки зрения водного баланса. Загрязнение подземных вод может происходить химическим (органическим и неорганическим), биологическим и радиоактивным путями. Из них наиболее распространенными и трудно очищаемыми являются химические загрязнения. Основными источниками загрязнения являются неочищенные бытовые и промышленные сточные воды, сельскохозяйственные дренажные воды, содержащие химические удобрения и ядовитые вещества, которые сливаются в реки. В большинстве случаев загрязняющие вещества попадают в подземные воды, просачиваясь через зону аэрации. По течению вод в их ионном составе наблюдается уменьшение количества гидрокарбонатов и ионов кальция, а также увеличение количества сульфат-, хлорид-ионов и ионов натрия.

Помимо указанных природных факторов, на качество подземных вод в этом направлении также влияют и техногенные факторы. Для предохранения загрязнения подземных водных бассейнов техногенными факторами при проектировании и строительстве сельскохозяйственных и промышленных объектов необходимо правильно оценить условия природной защиты пород зоны аэрации, физико-механические особенности, глубину водонепроницаемого слоя и другие факторы. Вместе с тем расположенные в Губа-Хачмазской области реки Гусарчай, Гудьялчай, Велвелечай, Гарачай, Атачай, Гилгилчай подвергаются непрерывному загрязнению со стороны населенных пунктов и аграрно-промышленных хозяйств. Воды Гудьялчая и Гарачая вниз по течению широко используются для полива. Воды в этих реках натрий-сульфатные, с минеральностью 900 мг/л. В водном бассейне имеются горячие и холодные минеральные источники.

УДК 556(470.57)

МОДЕЛЬ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДОСБОРА БАСЕЙНА РЕКИ ШУ С УЧЕТОМ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, *Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru.*

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, *Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru.*

Даулетбай Салтанат Даулетбай кызы, старший преподаватель, *Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати, Республика Казахстан, г. Тараз, dauletbai-sal@mail.ru.*

Таженова Айганым Ибатолла кызы, *Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aigan.11.90@mail.ru.*

На основе системного анализа модели природного процесса разработана обобщенная модель устойчивого функционирования водосбора бассейна реки Шу, которая позволяет решить задачи оценки состояния водосбора речных бассейнов, проведения прогнозных и сценарных исследований для обеспечения экологической устойчивости водной экосистемы в условиях антропогенной деятельности с учетом геоэкологических ограничений.

Ключевые слова: модель водосбора, устойчивость, функционирование, природа.

MODEL OF SUSTAINABLE FUNCTIONING OF WATER EXTRACT OF THE SHU RIVER BASIN WITH REGARD TO GEOECOLOGICAL LIMITATIONS

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Dauletbay S. D., Tazhenova A. I.

Based on the systematization and system analysis, a natural process model has developed a generalized model of sustainable functioning of the Shu river basin's catchment, which solves the problem of analyzing the state of the catchment of river basins, conducting predictive and scenario studies to ensure the ecological sustainability of the aquatic ecosystem under anthropogenic activities, taking into account geoeological constraints.

Keywords: catchment model, sustainability, functioning, nature, system, process, problem.

Актуальность. Общая современная ситуация территорий Центральной Азии, в том числе в бассейне трансграничной реки Шу Кыргызской Республики и Республики Казахстан, характеризуется достаточно напряженным экологическим состоянием. Такое положение вызвано прогрессивным вовлечением и освоением ресурсного потенциала обширных территорий (в нашем случае водосборов), усилением на них техногенного воздействия и нарушением взаимосвязей между природными компонентами в геосистемах и в системе «человек-природа».

Анализ состояния земельных угодий водосборов бассейна реки Шу, выполненный многими учеными, показывает снижение их экологической устойчивости из-за техногенного загрязнения почв. Поэтому для решения экологических проблем важно рассматривать и изучать водосборы в виде геосистем определенного ранга, включающих взаимообусловленный набор компонентов и развивающихся как единое целое; разрабатывать модели, описывающие основные процессы функционирования водосборов с возможно большим набором параметров, учитывающих изменения компонентов геосистем водосборов.

Цель исследования – разработка модели устойчивого функционирования водосбора бассейна реки Шу, позволяющая решить задачи системного анализа экологического состояния водосбора и проведения сценарных исследований, обеспечивающих обоснование водных мелиораций, оптимизации структуры земельных угодий, создания экологически устойчивой инфраструктуры водосборов.

Материалы и методы исследования. *Объект исследования* – водосбор бассейна трансграничной реки Шу, который располагается западнее котловины озера Иссык-Куль и является крупнейшим в Северном Тянь-Шане: длина реки 1067 км с площадью 62500 км². Она образуется при слиянии рек Джуванарык и Качкар, берущих начало из ледников в хребтах Кыргызский и Терской-Алатоо. Общая территория бассейна реки Шу занимает площадь 225.61 тыс. км², из них 190.81 тыс. км² – на территории Казахстана.

Обобщение и использования многолетних информационно-аналитических материалов по использованию водных и земельных ресурсов водосбора бассейна реки Шу и их антропогенной трансформации базируется на методах системного анализа, сравнительно-географических, математических и статистических.

Результаты исследования. Повышение интенсивности почвообразовательного процесса для повышения плодородия почв и получение соответствующих ему урожаев от сельскохозяйственных культур, которые обеспечивают экологическую устойчивость водосборов бассейна реки, являются основными задачами мелиорации сельскохозяйственных земель и орошаемого земледелия. Рациональное их решение достигается путем создания высокоэффективных и устойчивых агроландшафтов, основа повышения продуктивности и устойчивости которых в оптимизации структурно-функциональной организации земельных угодий в условиях активного антропогенного воздействия.

Основной причиной деградации сельскохозяйственных угодий в бассейне реки Шу является недостаточность знаний о закономерностях, определяющих взаимодействие природных и антропогенных факторов, способствующих формированию нежелательных процессов при вмешательстве в функционирование экосистем, что является главным препятствием на пути к обоснованию экологически и экономически эффективных мероприятий, повышающих устойчивость агроландшафтов.

При этом учитывая, что водосборы – это особым образом объединенные геосистемы, выполняющие важные средообразующие и экологические функции, которые служат пространственным базисом для природопользования, необходимо экологическую устойчивость земельных угодий рассматривать в пределах водосборов речного бассейна. Здесь решаются основные задачи адаптивно-ландшафтных систем земледелия – повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, затраты солнечной энергии на почвообразовательный процесс, обеспечение почвенно-мелиоративной устойчивости и сохранение плодородия. Рациональное решение этих проблем обеспечивается конструированием высокопродуктивных и экологических устойчивых гидроагроландшафтных систем с учетом геоэкологических ограничений при планировании комплексного обустройства водосборов речных бассейнов.

Под геоэкологическими ограничениями при комплексном обустройстве водосбора речных бассейнов понимаются требования и критерии экологически предельно допустимого использования природно-ресурсного потенциала территории для создания гидроагроландшафтных систем с целью сохранения устойчивости и стабильности геосистем, их средо- и ресурсовоспроизводящих функций. В зависимости от специфики определяющих факторов при обосновании необходимости комплексного обустройства водосбора речных бассейнов все геоэкологические ограничения можно разделить на четыре основные группы [1]: климатические [2], геолого-геоморфологические [3], гидрологические [4] и ландшафтные [5].

На основании обобщения результатов исследований в водосборных бассейнах Таналык, выполненных А. Р. Хафизовым и Д. Н. Кутлияровым [6], а также моделей техноприродных процессов, разработанных Ж. С. Мустафаевым [2], предлагается обобщенная модель устойчивого функционирования водосбора бассейна реки Шу. Модель устойчивого функционирования катен водосборов реки Шу позволяет разработать мелиоративные режимы, увеличивающие продуктивность водосборов при сохранении или, при необходимости, повышении их экологической устойчивости, то есть обосновать водную мелиорацию при комплексном обустройстве водосборов.

Разработанная модель устойчивого функционирования водосбора бассейна реки Шу с геоэкологическими ограничениями состоит из трех блоков взаимосвязанных подсистем:

– природная (неуправляемая), включающая биотические (растительный и животный мир) и абиотические (климат, геологическая среда, гидрогеологическая среда, рельеф, почвенный покров);

– антропогенная подсистема (управляемые факторы), разделенная на техногенную (населенные пункты, промышленные объекты, водные объекты, сельскохозяйственные объекты) и мелиоративную (гидротехнический, агротехнический, химический, лесомелиоративный, сельскохозяйственный);

– управленческая, в которую входят информационно-аналитический блок и блок принятых решений, – поддерживается использованием экспертных систем, определяющих соответствие нормы водопотребности сельскохозяйственных норм к экологически обоснованной норме водопотребности и устойчивого функционирования водосбора на основе системы мониторинга, что позволяет реализовать принцип адекватности воздействий и предсказуемости на основе моделей природных процессов. При этом модель устойчивого функционирования водосбора бассейна реки Шу с геоэкологическими ограничениями отличается от модели устойчивого функционирования водосбора реки Таналык [7] тем, что в информационно-аналитический блок включают модель тепло- и влагообеспеченности, продуктивности ландшафтов, почвенно-мелиоративной устойчивости и стабильности и мелиоративного режима почвы, а также экологическое обоснование нормы водопотребности и оценка экологической устойчивости гидроагроландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлова И. В. Учет геоэкологических ограничений при территориальном планировании оросительных мелиораций [Текст] / И. В. Орлова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 1(13). – С. 147–157.

2. Мустафаев Ж. С. Экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель [Текст] / Ж. С. Мустафаев. – LFMBERT Academic Publishing. – 2016. – 378 с.

3. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение : справочник [Текст] / под ред. Б. Б. Шумакова. – М. : Агропромиздат, 1990. – 415 с.
4. Бикбулатова Г. Г. Гидролого-мелиоративные закономерности территориального распределения ресурсов местного стока на территории Западной Сибири и мелиоративные аспекты его использования (на примере Омского Прииртышья) : автореферат дис. ... канд. с-х. наук : 06.01.02. [Текст] / Г. Г. Бикбулатова:– Омск, 2006. – 16 с.
5. Приемы повышения биопродуктивности земель, сохранения почвенного плодородия и экологической устойчивости агроландшафтов (научный обзор) [Текст]. – Новочеркасск : ФГНУ «РосНИИПМ», 2011. – 71 с.
6. Кутлияров Д. Н. Модель устойчивого функционирования водосбора реки Таналык / Д. Н. Кутлияров, А. Р. Хафизов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 2. – С. 49–51.

УДК 504.5

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕК КУРЫ И АРАКСА

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук, доцент, Бакинский государственный университет, Азербайджан, Баку, *tarana_chem@mail.ru*

Исследования, проводимые на протяжении последнего полувека, показали, что основные водные артерии страны – Кура, Аракс, а также их притоки – загрязняются за пределами страны – в Грузии и Армении. Так, 100 % территории Армении, 30 % территории Грузии, участок 31 тыс. км² Турции, 40 тыс. км² Ирана и 37 тыс. км² Азербайджана относятся к Кура-Араксинскому бассейну.

Ключевые слова: реки, загрязнение рек, вредные вещества, органические вещества, фенол, нефтепродукты, соединения хрома, медь, кадмий, цинк, азот.

THE POLLUTION OF THE RIVER OF KURA AND ARAZ

Aliyeva Tarana Ibrahim, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Baku State University, Azerbaijan, Baku, *tarana_chem@mail.ru*

Studies conducted over the past half-century have shown that the main water arteries of the country - the Kura, Araz, as well as their tributaries are polluted outside the country - in Georgia and Armenia. Thus, 100 % of the territory of Armenia, 30 % of the territory of Georgia, a section of 31 thousand km² of Turkey, 40 thousand km² of Iran and 37 thousand km² of Azerbaijan belong to the Kura-Araz basin.

Keywords: rivers, river pollution, harmful substances, organic substances, phenol, petroleum products, chromium compounds, copper, cadmium, zinc, nitrogen.

Каждый год в Куру сбрасываются промышленные, сельскохозяйственные и бытовые стоки с территории в 188 тыс. км², а в Аракс – с территории в 103 тыс. км². На территории Грузии в Куру в сутки сбрасываются 3 тыс. м³ промышленных и коммунально-бытовых сточных вод городов Боржоми, Ахалбаба, Хашури, Гори, Карелии, Каспи и других населенных пунктов, расположенных на берегу реки. Далее Кура подвергается еще большему загрязнению на протяжении 40 км, протекая через Тбилиси. Согласно данным водной инспекции Грузинской Республики (2009), в водах реки в пределах Тбилиси количество вредных органических веществ превышает допустимый предел в 20 раз, фенолов – в 300, нефтепродуктов – 330, соединений хрома – 600, меди и кадмия – в 10, цинка – 13, азота – 8, желудочно-кишечных бактерий – 238, сапрофитных бактерий – 300 раз. В пределах Тбилиси в Куру ежедневно сливается еще 1 млн. м³ сточных вод, а уже через 20 км в городе Рустави река ежедневно загрязняется сотнями тысяч кубометров промышленных и коммунально-бытовых сточных вод. В результате в Куру ежегодно сливается в среднем 700 тыс. т органических веществ, 30 тыс. т азотно-фосфорных солей, 12 тыс. т различных солей и щелочей, 16 тыс. т поверхностно-активных веществ и др. загрязнителей.

Таким образом, Кура втекает на территорию нашей республики в крайне загрязненном, опасном для человека и водных организмов состоянии. Правый приток протекающей вдоль границы двух республик Куры река Храм также привносит в нее большое количество сточных вод [1–2]. На территории Грузии с Храмом сливается одна из самых загрязненных рек Армении – река Дебед. Города Кировакан, Алаверди, Степанаван, являющиеся центрами цветной металлургии, химической и легкой промышленности Армении, расположены в бассейне этой реки. Промышленные и бытовые отходы этих городов сливаются в реку без очистки. Река Дебед, куда сливаются сточные воды Ахталинского рудоочистительного комбината, Алавердинского металлургического комбината, Кироваканского химического комбината, по степени загрязненности считается третьей рекой Армении после рек Раздан и Охчучай.

Экологическое состояние реки Аракс еще более опасное, чем Куры. Река Аракс принимает промышленные и бытовые отходы более 10 промышленных городов Армении, начиная с Гюмри до пограничной зоны с Нахичеванской АР. Вместе с тем впадающие в Аракс с территории Армении реки Гедерчай, Воротан, Ахурян сильно загрязнены. В их водах показатель pH опускается до отметки 2. В водах Аракса между Арменией и Нахичеванской АР (села Суренаван и Седерек) содержание фенолов превышает допустимые количества в 220–1160 раз, солей тяжелых металлов (меди, молибдена и др.) в 36–44, азот-фосфорных солей в 26–34, хлоридов в 28, нефтяных углеводородов в 73–113 раз. Левый приток Аракса – река Раздан в Армении – по степени загрязненности стоит на первом месте [3]. Сточные воды промышленных предприятий городов Раздан, Гюренсаван, Абовян, Ереван, а также бытовые отходы других населенных пунктов, расположенных на берегах, сливаются в эту реку. В летние месяцы, когда уровень воды в Араксе падает, количество сточных вод в Раздане не уменьшается. В результате в водохранилище «Аракс» возникает очень опасная ситуация. В условиях жаркой погоды происходит массовая гибель рыбы.

Еще одной из загрязняющих Аракс рек является река Охчучай. Тысячи тонн концентрированных кислотных стоков, солей тяжелых металлов и других отходов горнодобывающих, рудоочистительных комбинатов Дастакерта, Мегри, Гачарана и Гафана в крайней степени загрязняют Охчучай. В разное время количество меди в воде превышает ПДК в 25–59 раз, количество фенолов регулярно превышает норму в 6–15 раз. В водах Охчучая постоянно встречаются такие загрязняющие элементы, как алюминий, цинк, марганец, титан и висмут. Деятельность Армянской АЭС непосредственно связана с загрязнением Аракса: ежедневно в Аракс сливаются 12–16 тыс. м³ стоков, что повышает вероятность катастрофических последствий для Аракса и его притоков.

В химическом составе вод Куры, Аракса и их притоков произошли значительные химические изменения. За последние 40 лет минерализация куриной воды у города Сальян, повысившись более чем в 3 раза, составила 1020 мг/л. За этот период времени минерализация вод Аракса у города Саатлы повысилась с 400 до 1300 мг/л. Если раньше воды этих рек относились к гидрокарбонатно-кальциевым, то сейчас они относятся к сульфатно-натриевым. Основной причиной изменения химического состава и качества вод является поступление в Куру и ее притоки коллекторно-дренажных вод с орошаемых участков Кура-Араксинской низменности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронков Н. А. Основы общей экологии : учеб. пособие для студентов вузов и учителей / Н. А. Воронков. – М. : Агар, 1997. – 287 с.
2. Израель Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израель. – Л. : Гидрометеоиздат, 1979. — 375 с.
3. Никаноров А. М. Мониторинг качества вод: Оценка токсичности / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая, А. В. Жулидов. – Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – СПб. : Гидрометеоиздат, 2000. – 156 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ РЕЧНЫХ СИСТЕМ В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Шавлинский Олег Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Республика Беларусь, г. Горки, *gms.baa@mail.ru*

Излагаются основные положения и результаты расчетов экономического ущерба от загрязнения водных объектов в результате мелиорации земель в бассейнах рек. Удельный экономический ущерб при этом не превышает 6 руб/га в год в текущих ценах.

Ключевые слова: ущерб природной среде, мелиорированность водосборов, загрязнение поверхностных вод, удельный экономический ущерб.

DETERMINATION OF ECONOMIC DAMAGE DURING CONTAMINATION OF RIVER SYSTEMS AS A RESULT OF LAND RECLAMATION

Shavlinskii O. A.

The summary presents the main statements and results of calculation of economic damage from the contamination of water objects in river basins as a result of land amelioration. Specific economic damage here does not exceed 6 rubles per hectare in current prices.

Keywords: environmental damage, the reclamation rate of water basins, the contamination of surface waters, specific economic damage.

Под ущербом природной среде понимается стоимостная оценка природы, утратившей первоначальные ценностные признаки при антропогенном воздействии. При этом под возмещенным экологическим ущербом понимается стоимостная оценка природы, полученная в результате природоохранных мероприятий и выражающая дополнительно полученную общественную стоимость восстановленных природных ресурсов. Мелиорация земель, рассматриваемая как улучшение земель, относится непосредственно к сельскохозяйственному производству, а ущербы – к природным ландшафтам, которые были замещены антропогенными, используемыми в сельскохозяйственной деятельности [3]. Как правило, нанесение или возмещение экологического ущерба рассматривается для следующих основных блоков среды: воздух, вода, земля (почва), живая природа (биоценоз).

Цель преобразования природной среды на площади водосбора – использование природных ресурсов. При мелиорации земель – это расширение и интенсивное использование земли и воды на основе преобразования элементов водного баланса территории. Остальные ресурсы могут быть либо вовлечены в хозяйственную деятельность, либо быть трансформированы. Но не для любой мелиоративной системы возможно полное использование различных природных ресурсов. На небольших по размерам системах осваивается в основном два их вида – земельные и водные. На всей же площади водосбора реки вовлекаются в хозяйственную деятельность многие элементы природной среды [1].

Проведение осушительных мелиораций и вовлечение в интенсивное сельскохозяйственное использование значительных территорий в водосборах рек оказывает отрицательное влияние на химический состав поверхностных вод. В меньшей степени на содержание растворенных веществ в стоке влияют дозы вносимых минеральных удобрений и гидрологические фазы. Вместе с тем мелиоративные мероприятия способствуют снижению в водах гидрографической сети органического вещества вследствие более полного его окисления в мелиоративных каналах [2]. С увеличением степени мелиорированности водосборов (а), определяемой отношением площадей мелиорированных земель на водосборе к общей его площади, содержание растворенных химических веществ в природных водах повышается.

Согласно [2] расчет средних концентраций (С) основных ионов растворенных веществ в природных водах (мг/л) в зависимости от показателя для условий Белорусского Полесья степени мелиорированности водосборов (а), выраженного в долях от единицы, производится по уравнениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость средних концентраций растворенных в природных водах ионов от степени мелиорированности водосборов

Ионы	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Стандартная ошибка уравнения
Ca ²⁺	$C = 60,04 e^{1,58a}$	0,78	4,10
Mg ²⁺	$C = 5,72 e^{1,36a}$	0,79	1,54
K ⁺	$C = 0,86 e^{1,24a}$	0,73	0,54
Na ⁺	$C = 2,88 e^{1,22a}$	0,72	0,74
HCO ₃ ⁻	$C = 200,14 e^{1,62a}$	0,80	12,12
NH ₄ ⁺	$C = 0,58 e^{0,05a}$	0,74	0,44
SO ₄ ²⁻	$C = 8,58 e^{1,61a}$	0,77	3,82
Cl	$C = 6,29 e^{1,63a}$	0,74	1,52
NO ₃ ⁻	$C = 0,68 e^{1,56a}$	0,73	0,58
PO ₄ ³⁻	$C = 0,17 e^{1,33a}$	0,78	0,10
Общая минерализация	$C = 285,92 e^{1,60a}$	0,81	22,12

Расчеты, выполненные по уравнениям, приведенным в таблице 1, показывают, что превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) растворенных веществ возникает при степени мелиорированности водосборных площадей более 0,7. Как показано в работах [1, 2], с учетом доверительного интервала уравнений регрессии при уровне значимости 99,9 % максимальная степень мелиорированности водосборов составляет 0,65.

Основным веществом, по которому существует опасность превышения ПДК, является гидрокарбонат кальция. При существующей степени мелиорированности водосборных площадей, не превышающей в среднем 0,3, угрозы загрязнения поверхностных вод, при которой концентрации растворенных веществ превысят предельно допустимые концентрации для рыбохозяйственных целей, практически не возникает. Это положение подтверждается проведенным анализом степени содержания растворенных химических веществ в природных водах в многочисленных проектах реконструкции мелиоративных систем, которые выполняются на территории Республики Беларусь в настоящее время.

В соответствии с методическими рекомендациями [3] ущерб от сброса загрязняющих веществ в природные воды определяется по зависимости:

$$Y = 0,1 \cdot \gamma \cdot I \cdot \sigma_k \cdot M, \quad (1)$$

где Y – экономический ущерб, тыс. руб/год;

γ – множитель, численное значение которого равно 400 руб/у. т в ценах 1991 г.;

I – индекс цен базового (расчетного) периода к уровню цен 1991 г.;

σ_k – параметр, определяемый по таблице 2;

M – приведенная масса годового сброса примесей данным источником в водные объекты, определяемая по зависимости:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i m_i, \quad (2)$$

где m_i – масса годового сброса i -го вещества в водные объекты, т/год;

A_i – показатель относительной опасности (агрессивности) сброса i -го вещества в водоемы;

N – общее число примесей, сбрасываемых источником в водные объекты.

Значения параметра σ_k в зависимости от речного бассейна согласно [1] приводятся в таблице 2.

Таблица 2 – Значение параметра σ_k в зависимости от речного бассейна

Река	Значение σ_k
Западная Двина	0,5
Неман	0,58
Виляя	0,5
Днепр	1,75
Сож	1,75
Припять	1,60
Западный Буг	0,5

Учитывая определенный характер распределения загрязняющих веществ, значение показателя относительной опасности (A_i) можно определить по зависимости:

$$A_i = \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{р/хi}}}, \quad (3)$$

где $\text{ПДК}_{\text{р/хi}}$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества в воде водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей.

Как показано в работе [2] и рекомендациях [1], удельный экономический ущерб от загрязнения водных объектов в бассейне реки Припять в результате проведения осушительных мелиораций с коэффициентом мелиорированности территории 0,3 составляет 4,85 руб./га в год в ценах 1991 года. С учетом индекса изменения стоимости равного 1,12023 величина экономического ущерба в текущих ценах (по состоянию на 1 сентября 2018 г.) будет равна 5,43 руб./га в год (это примерно 2,5 доллара США на 1 га в год).

С учетом указанных выше положений нами были выполнены расчеты удельного экономического ущерба от загрязнения водных объектов в бассейне реки Днепр в результате проведения реконструкции мелиоративных систем с коэффициентом мелиорированности территории 0,27. Расчеты показали, что величина ущерба (в расчете на 1 га мелиорированных земель) от загрязнения водных объектов не превышает 6 руб./га в год (в ценах по состоянию на 01.09.2018 г.).

Предложенные подходы к расчетам удельного экономического ущерба могут использоваться в ориентировочных оценках регионального экологического ущерба от загрязнения поверхностных вод в результате проведенных мелиоративных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бохонко В.И. Эколого-экономическая оценка использования мелиорированных земель в Белорусском Полесье : рекомендации / В. И. Бохонко, В. С. Филиппенко, А. П. Русецкий [и др.]. – Минск : ГУ «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2006. – 45 с.
2. Копытовских А. В. Расчет экологического ущерба при загрязнении природных вод в результате осушения земель в Белорусском Полесье / А. В. Копытовских, В. И. Бохонко // Эколого-экономические проблемы развития региона Белорусского Полесья: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск : БГЭУ, 2004. – С. 264 – 267.
3. Методические рекомендации по совершенствованию экономических инструментов регулирования природоохранной деятельности в Республике Беларусь. – Минск : БелНИЦ «Экология», 1999. – 47 с.
4. Минаев И. В. Экологическое совершенствование мелиоративных систем / И. В. Минаев. – Минск: Ураджай, 1986. – 151 с.

УДК 631.6:626.86

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОПРИЕМНИКОВ ВОДАМИ ДРЕНАЖНОГО СТОКА*

Ковалев Иван Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», Россия, г. Москва, kovalevmsu@mail.ru

Пластмассовый дренаж в силу своих конструктивных особенностей обеспечивает более быстрый сброс избыточной гравитационной влаги. Установлена зависимость количества анионов и катионов, за исключением Na, K, от времени и интенсивности дренажного стока в весенний период. Концентрация нитрат-иона превышала предельно допустимые концентрации в 1,5–10 раз, Mg^{2+} – 0,5–3 раза.
Ключевые слова: дренажный сток, осушенные почвы, химический состав воды.

WATER RECEIVER POLLUTION WITH WATER DRAINAGE DRAIN

Kovalev I. V.

Plastic drainage due to its design features, provides faster discharge of excess gravity moisture. The dependence of the number of anions and cations, with the exception of Na, K, on the time and intensity of drainage flow in the spring period has been established. The concentration of nitrate-ion exceeded the maximum permissible concentration by a factor of 1,5–10, Mg^{2+} – 0,5–3 times.

Keywords: drainage flow, drained soil, water chemistry.

Введение. Дренажный сток является почвенным раствором, который формируется при взаимодействии поступающей атмосферной воды с твердой фазой почвы и вносимыми удобрениями. Он представляет собой интегральное отражение результатов большого числа совершающихся в почве процессов как биологических, так и физико-химической природы, прямое изучение которых часто представляет большую трудность. Объем дренажного стока и концентрация в нем солей определяют вынос элементов. По интенсивности этого процесса можно судить о скорости и направленности почвообразования.

Многочисленные исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом [2], показали, что объем дренажных вод и их химический состав определяется климатическими условиями, в наибольшей мере плодородием, причинами и степенью заболоченности почв, их генезисом и гранулометрическим составом, системой удобрений. Абсолютные величины выноса элементов оцениваются различными авторами неоднозначно, что вполне оправданно, если иметь в виду разнообразие природных и, прежде всего, почвенных условий. Однако такие сведения получены на почвах, осушенных гончарным дренажом. Как и в какой степени оказывает влияние пластмассовый дренаж на лессиваж и вынос химических элементов в серых лесных почвах, в настоящее время неизвестно.

Объект и методы исследования. Исследования проведены на светло-серых лесных глееватых почвах, где осенью 1988 г. был создан экспериментальный мелиоративный полигон. На полигоне было построено 6 автономных дренажных систем площадью 2–4 га каждая. Дренажная система состояла из 5–10 дрен, длиной 120–150 м, индивидуального автономного коллектора и колодца. Входная и выходная трубы коллектора имеют перепад 30–40 см для замера дренажного стока и отбора проб воды для сравнительной оценки химического состава дренажного стока. Системы строились в 3-кратной повторности для каждого варианта опыта: 1) светло-серые лесные почвы, осушенные пластмассовым дренажом с помощью дренажера МД-4 на глубину 100–120 см с уклоном 0,002 и 2) эти же почвы, осушенные гончарным дренажом с помощью дренажера ЭТЦ-202 на ту же глубину и междренним расстоянием 16 м. Осушенные почвы сформированы на близких или тождественных по гранулометрическому составу породах – крупнопылеватом-иловатом покровном суглинке [1]. Массив отличался одинаковыми причинами заболачивания – поверхностные намывные воды. Грунтовые воды не принимают участия в заболачивании почв. Гидрологические условия исследуемых участков характеризуются наличием верховодки. Осушенный массив представляет собой своеобразный лизиметр большой площади.

Результаты и обсуждение. Замеры в ранневесенний период показали, что максимальные модули дренажного стока с полигонов, осушенных пластмассовым бестраншейным дренажом, сопоставимы с их значениями при осушении гончарным дренажом (таблица 1). Необходимо отметить, что в период первой оттепели зимой (26.02) оказалось возможным произвести замер лишь в колодцах, расположенных на полигонах П-1 и П-3 (пластмассовый дренаж), где коллектор на входе в смотровой колодец не был подтоплен водой. В остальных колодцах, расположенных на полигонах Т-1, Т-2, Т-3, коллекторы как выходные, так и входные находились под водой. Большая площадь перфорации пластмассовых труб по сравнению со стыками гончарных позволяет равномерно и быстро отводить избыточную влагу.

Таблица 1 – Модули дренажного стока с участков, осушенных пластмассовым (П-1, П-2, П-3) и гончарным дренажом (Г-1, Г-2, Г-3), (л/ га)

Год	Дата	П-1	Г-1	П-2	Г-2	П-3	Г-3
Влажный (49/25)	26,02	1,77	+	Не опр,	+	1,33	+
	20,03	0,6	0,89	0,57	0,64	0,83	0,39
	25,03	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11
	30,03	0,05	0,06	0,04	0,06	0,04	0,03
	16,04	0,002	0,006	0,002	0,008	Нет	Нет
	19,04	0,002	0,004	0,0007	0,0009	-«-	-«-
	6,05	0,0005	0,009	Нет	Нет	-«-	-«-
Умеренно влажный (33/46)	25,03	0,43	0,51	0,22	0,29	0,12	0,15
	2,04	0,11	0,11	0,05	0,04	Нет	0,01
	13,04	0,32	0,4	0,17	0,21	0,06	0,16
	21,04	0,11	0,21	0,09	0,1	0,02	0,06
	29,04	0,07	0,13	0,03	0,05	0,01	0,02
	7,05	0,014	0,023	0,021	0,038	0,003	0,015
	17,05	0,005	0,008	0,002	0,002	Нет	Нет

Примечание: + – колодцы заполнены водой; 49/25 – обеспеченность осадками: за вегетационный период (IV–X) / за год

Наиболее полно на построенных системах оказалось возможным проследить формирование гидрографа стока в осенний период влажного холодного по обеспеченности осадками (49/25) при постепенном увлажнении иссушенных летом светло-серых лесных глееватых почв (рисунок 1).

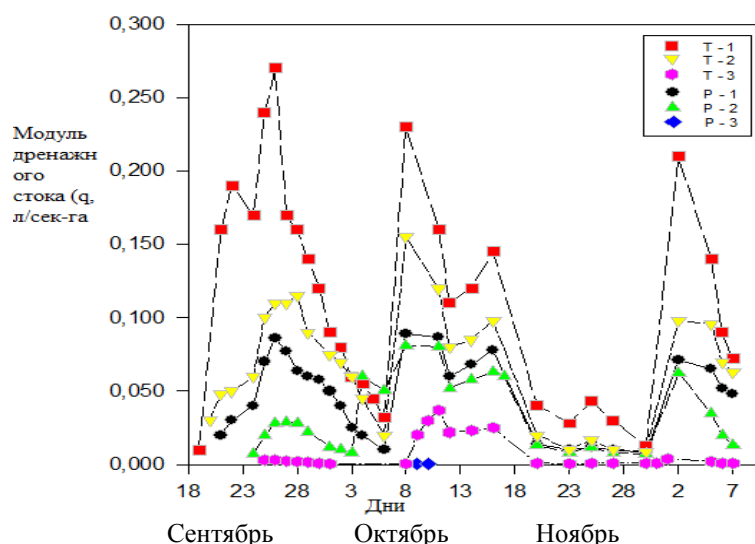


Рисунок 1 – Гидрограф дренажного стока (светло-серые глееватые почвы). Почвы, осушенные пластмассовым (Р-1; Р-2; Р-3) и гончарным (Т-1; Т-2; Т-3) дренажом. Варианты Т-1 и Р-1; Т-2 и Р-2; Т-3 и Р-3 сопоставимы в геоморфологическом отношении.

В этот год за период наблюдения за вегетационный теплый период выпало 420 мм осадков при среднемесячной температуре 11,8 °С. Существенно то, что дренажный сток на всех трех полигонах, осушенных гончарным дренажом, оказался несколько выше, чем сток на полигонах, осушенных пластмассовым дренажом, что обусловлено более интенсивным иссушением глееватых почв летом. Данные по водному режиму в период с апреля по ноябрь за влажный – умеренно влажный – сухой годы (49/25) – (33/46) – (86/73) – подтверждают сказанное [1].

Дренаж интенсифицирует вынос с дренажным стоком тонких фракций мелкозема. Однако, несмотря на имеющиеся в литературе указания об активной миграции ила под влиянием дренажа, нами на третий год действия дренажной системы не были обнаружены статистически значимые изменения содержания илистой фракции между контролем и дренированным участком в середине междурья. В непосредственной близости от дрены (на расстоянии 1 м от дренажной линии) также не были установлены значимые изменения содержания илистой

фракции и физической глины. Это заключение оказалось справедливым как для вариантов опыта с керамическим траншейным, так и бестраншейным пластмассовым дренажом и на 19-й год исследования.

Таблица 1 – Химический состав (С, мг·л⁻¹) и поток (J, мг·сек⁻¹·га⁻¹) дренажного стока на опытно-мелиоративных полигонах, осушенных гончарным (Т-1, Т-3) и пластмассовым дренажом (П-1, П-3)

Вариант, дата	(С) (J)	П.О.	рН	Катионы, мг·л ⁻¹				Анионы, мг·л ⁻¹				
				Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ⁻³	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻
Серые глееватые почвы, осушенные гончарным дренажом												
Т-1, 30 марта	С	514	7,75	0,5	1,0	84,0	130	150,0	50,0	70,0	10,0	310
	J			0,03	0,06	5,04	7,08	9,0	3,0	4,2	0,6	18,6
Т-1, 19 апреля	С	243	7,41	0,6	1,0	20,0	60,0	70,0	30,0	30,0	0	60
	J			0,0024	0,004	0,08	0,24	0,28	0,12	0,12	0	0,24
Т-3, 30 марта	С	357	7,12	0,6	1,1	40,0	70,0	70,0	30,0	30,0	0	90
	J			0,018	0,033	1,2	2,1	2,1	0,9	0,9	0	2,7
Серые глееватые почвы, осушенные пластмассовым дренажом												
П-1, 30 марта	С	543	7,75	0,5	1,1	90,0	110,0	180,0	40,0	90,0	10,0	422
	J			0,025	0,055	4,5	5,5	9,0	2,0	4,5	0,5	21,1
П-1, 19 апреля	С	257	7,70	0,7	0,9	30,0	80,0	52,0	33,0	36,0	0	192
	J			0,0014	0,0018	0,06	0,16	0,104	0,066	0,072	0	0,384
П-3, 30 марта	С	471	7,31	0,4	1,2	37,0	84,0	55,0	36,0	38,0	0	260
	J			0,016	0,048	1,48	3,36	2,20	1,44	1,52	0	10,4

Примечание. Концентрация (С, мг·л⁻¹); П.О. – плотный остаток, (мг·л⁻¹); поток (J, мг·сек⁻¹·га⁻¹) = концентрация (С, мг/л) • модуль дренажного стока (q, мг/л-га)

Существенное значение для оценки скорости и направленности современного почвообразования, а также влияния дренажных вод на загрязнение водоприемников и на ландшафт в целом имеет химический состав дренажных вод [2]. Дренажные воды двух исследованных вариантов с пластмассовым и гончарным дренажом по составу основных катионов и анионов оказались тождественными или близкими, за исключением нитратов, которые преобладают в водах при осушении почв пластмассовым дренажом.

Вода дренажного стока имеет величину рН от 7 до 8. Показано, что содержание окисного железа на всех осушенных полигонах преобладает над содержанием закисного в 2 раза в ранневесенний и в 1,5 раза в поздневесенний период, что, по-видимому, обусловлено обогащенностью воды кислородом после снеготаяния. Установлена зависимость количества анионов и катионов, за исключением Na⁺ и K⁺, от времени и интенсивности дренажного стока в весенний период. Снижение значений модулей дренажного стока сопровождается уменьшением абсолютного количества катионов и анионов в дренажном стоке в несколько раз и плотного остатка в 2-2,5 раза. Так, на полигоне, осушенном пластмассовым дренажом, модуль дренажного стока 30 марта составил 0,05 л/сек с 1 га; 19 апреля он уменьшился до 0,002 л/сек с 1 га. При этом содержание Ca²⁺ сократилось в 3 раза; сульфатов, нитратов – в 2; гидрокарбонатов – в 3,5 раза. Подобная зависимость наблюдалась с незначительным отклонением по абсолютным величинам и при осушении почв гончарным дренажом. Необходимо отметить, что концентрация нитрат-иона превышала предельно допустимые концентрации в 1,5–10 раз, Mg²⁺ – 0,5–3 раза (ПДК для Mg²⁺ и нитрат-иона равны 50 мг/л [3]).

Выводы

1. Пластмассовый дренаж по сравнению с гончарным в силу своих конструктивных особенностей обеспечивает более быстрый сброс избыточной гравитационной влаги.
2. Наибольшее количество химических элементов в дренажной воде после снеготаяния наблюдается в ранневесенний период.
3. При подборе доз и видов минеральных удобрений, сроков и способов их внесения в почву следует особо учитывать возможное загрязнение водоприемников и ландшафта в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдельман Ф. Р. Эколого-гидрологическая оценка светло-серых оглеенных почв, осушенных бестраншейным и траншейным дренажом / Ф. Р. Зайдельман, И. В. Ковалев // Почвоведение, 1994. – № 1. – С. 110–120.

2. Ковалев И. В. Сезонная динамика и состав дренажного стока в серых лесных оглеенных почвах / И. В. Ковалев // Мелиорация и водное хозяйство, 2001. – № 1. – С. 32–33.
3. Heim H. Richt- und Grenzwerte / H. Heim, G. Schwedt // Vogel Verlag Wuerzburg, 1995.

**Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 17-14-01120*

УДК 50(502) 152

НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ РЕКИ ЛОВАТЬ

Керечанина Елена Дьердьевна, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Россия, г. Великие Луки, *kerechanina@rambler.ru*

Большая часть речной системы России находится в плачевном состоянии, и река Ловать, на которой расположен г. Великие Луки, не исключение. Сточные воды, загрязнение, обмеление приводит к ухудшению качества воды, цветности и мутности.

Ключевые слова: сточные воды, перексид водорода, озонирование, заиливание, обмеление.

PRESENT AND FUTURE OF THE RIVER LOVAT

Kerechanina E. D.

Most of the Russian river system is in a deplorable state and the Lovat river, on which the city of Velikie Luki is located, is no exception. Waste water, pollution, shallowing leads to deterioration of water quality, color and turbidity.

Key words: waste water, hydrogen peroxide, ozonation, silting, shallowing.

В данной работе представлены результаты оценки качественного состояния вод реки Ловать, последствия деструктивных и естественных процессов, протекающих в ней, и предлагаемые мероприятия по сохранению нормативного состояния.

Климат Псковской области формируется под воздействием ряда факторов, главнейшие из которых: солнечная радиация, циркуляция атмосферы и характер подстилающей поверхности. Вторжение атлантических воздушных масс связано с интенсивной циклонической деятельностью в северной части Атлантики, обуславливающей неустойчивую пасмурную погоду, прохладную летом и относительно теплую с частыми оттепелями зимой. В отдельные дни максимальная температура воздуха при оттепелях достигает 6–9 °С, что вызывает интенсивное таяние снега.

Река Ловать вытекает из оз. Ловатец и впадает в оз. Ильмень несколькими рукавами, образуя обширную дельту в 20 км СЗ с. Юрьево Новгородской области; принадлежит бассейну оз. Ильмень и относится к бассейну Балтийского моря. Протяженность р. Ловать от истока до устья 530 км, средний уклон реки 0,29 ‰, площадь водосборного бассейна 21900 км².

Верхняя часть бассейна реки до г. Великих Лук лежит на стыке двух ветвей холмов и озер: западной – Лужско-Великолукской и восточной – Валдайской. Эти возвышенности представляют собой краевые ледниковые образования с типичным моренным ландшафтом. Склоны преимущественно луговые с отдельными кустами ольхи и ивы. Пойма двухсторонняя, преобладающая ширина ее 100–200 м. Весной пойма затопляется ежегодно. Вода на пойме стоит обычно 2–3 нед.

Река Ловать является изученным водным объектом, за гидрологическим режимом которой ведутся стационарные наблюдения на 4 водомерных постах. Для характеристики гидрологического режима р. Ловать использованы материалы наблюдений на водомерном посту в г. Великие Луки.

Река принадлежит к типу равнинных рек, для которых характерно смешанное питание с преобладанием снегового. В годовом ходе уровня выражены четыре фазы: весеннее половодье, летне-осенняя межень, почти ежегодно нарушаемая 2–3 дождевыми паводками, короткий осенне-зимний период с несколько повышенной водностью и зимняя межень. Термический режим определяется главным образом водообменом, происходящим между атмосферой, водой и грунтом речного ложа. Существенное влияние на термический режим рек оказывают характер питания, направления течения, высотное положение бассейна. Замерзание реки происходит в начале декабря. Наибольшая толщина льда наблюдается в марте и составляет 71 см. Характерной чертой гидрологического режима реки является весеннее половодье, на долю которого приходится 60–65 % годового стока.

Исходя из наших исследований, химический состав воды р. Ловать относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция. По величине минерализации воды р. Ловать относится к среднеминерализованным рекам. Максимальная величина её наблюдается в меженный период, изменяясь по длине от 170 до 350 мг/л. В период весеннего половодья минерализация уменьшается от 136 до 62 мг/л. По величине общей жесткости вода р. Ловать относится к умеренно жесткой. В период весеннего половодья она наименьшая, изменяется в пределах 0,7–1,8 мг-экв/л, в зимнюю межень увеличивается до 2,0–4,0 мг-экв/л. Относительное содержание хлора в воде реки во все фазы гидрологического режима изменяется мало и составляет 0,6–12 мг/л. Количество магния в воде составляет 10–18 % экв, что значительно меньше количества кальция (32–44 % экв). Количество фосфатов во все фазы водного режима по длине реки изменяется от 0,000 до 0,064 мгР/л. Количество железа в воде реки не превышает 0,7 мгFe/л, но в отдельные годы в зимнюю межень увеличивается до 1,8–2,2 мгFe/л. Количество растворенного кислорода в воде в период открытого русла близко к насыщению, в отдельные годы к перенасыщению (106–111 %). Естественно, в зимний период количество кислорода уменьшается до 69–27 %.

Бихроматная окисляемость изменяется в течение года от 22 до 56 мг О/л.

Реакция воды в верхнем течении близка к нейтральной (рН 7,0–7,6); в нижнем течении изменяется от 7,3 до 8,4, достигая наименьших значений в период весеннего половодья (7,0–7,2).

На сегодняшний день в городе Великие Луки остро стоит проблема водоснабжения населения питьевой водой с качеством, соответствующим нормативам СанПиН 2.1.4.1074, в связи с тем, что качество исходной воды в реке за последние годы ухудшилось по показателям цветности. Количество дней с цветностью более 120° составляет более 30 %:

- 1975 г. средний показатель Ц – 30°, максимальный Ц – 80°;
- 1993 г. средний показатель Ц – 36°, максимальный Ц – 111°;
- 2009 г. средний показатель Ц – 60°, максимальный Ц – 154°;
- 2017 г. средний показатель Ц – 169°, максимальный Ц – 224°.

Увеличилась и окисляемость, наибольшая величина которой приходится на август. Наблюдается так же снижение прозрачности и повышение мутности из-за содержания в воде механических примесей, находящихся во взвешенном состоянии, что приводит к размножению вирусов, бактерий, возбудителей инфекционных заболеваний. В целом загрязнение природных вод происходит не только от влияния человека, но и от влияния антропогенного воздействия. Все это отрицательно сказывается на качественном составе воды.

Проанализировав нынешнее состояние реки, можно выявить ряд проблем, которые влияют на увядание этой реки: обмеление; загрязнение реки (мутность, цветность); заиливание; сточные воды. Одной из причин таких изменений является нехарактерные погодные условия для нашего региона за последние годы, а именно: дождливое лето, мало засушливых периодов в летнее время, большое количество выпадающих осадков в межсезонье (весной, осенью), отсутствие сильных продолжительных морозов в зимний период. Еще одним источником загрязнения является сброс воды из рыбопрудов, расположенных в верховьях реки Ловать, выше (по течению) водозаборных сооружений МП «Водоканал» г. Великие Луки.

Кроме того, на сегодняшний день возникла еще одна проблема, влияющая на качество исходной воды в реке, – это строительство у истока р. Ловать свиноводческих комплексов ООО «Великолукский мясокомбинат». Следует отметить, что река имеет очень обширный водозборный бассейн в Усвятском, Невельском, Великолукском районах. Поэтому любой неправомерный сброс нечистот (в том числе и сброс неочищенных сточных вод при эксплуатации свиноводческих комплексов) отразится на ее притоках и, как следствие, на качестве воды в самой реке.

Главное заключается в том, что строительство новых свинарников, где в перспективе разместится еще около миллиона свиней, запланировано выше (!) городского водозабора. Следуя законам физики, все стоки и отходы от производства потекут прямо в реку Ловать, которая питает 100-тысячное население Великих Лук. Все стоки из свинокомплекса попадают в так называемые лагуны-накопители; срок их службы до пяти лет, и первые, которые были построены еще в 2010 году, уже практически исчерпали свои возможности. Поэтому мощными фекальными насосами отходы производства просто выкачиваются на поля района – вывозить все это машинами невозможно.

Те же проблемы создает ООО «Птицефабрика «Борки». На данный момент предприятие насчитывает 110 тысяч голов, в день хозяйство производит 90 тыс куриных яиц. Продукция пользуется устойчивым спросом, как отметили в хозяйстве, проблем с ее реализацией нет. На балансе фабрики числятся очистные сооружения, которые не работают, т. к. два года назад фабрика перешла на ниппельное поение птицы и жидких стоков для подачи на очистные сооружения у них не стало, а, следовательно, отпала необходимость в их работе. Куриный помет собирают, сушат, после чего фасуют для продажи на удобрение.

На наш взгляд, целесообразно жидкие отходы Великолукского мясокомбината и птицефабрики компостировать и в последующем разработать технологию получения белково-витаминного кормового продукта (белвитамила) [1]. Производить смесь кормовых дрожжей с илом для получения технологического витамина В₁₂ для комбикормовой промышленности.

И, наконец, основным направлением уменьшения сброса сточных вод и загрязнения ими водоемов будет создание замкнутых систем водного хозяйства, что обеспечит рациональное использование воды во всех технологических процессах, максимальную рекуперацию компонентов сточных вод, сокращение капитальных и эксплуатационных затрат, нормальные санитарно-гигиенические условия работы обслуживающего персонала, а значит, и исключение загрязнения окружающей среды.

Необходимо проводить очистительные работы относительно береговой линии реки Ловать. Выбор способа углубления зависит от особенностей объекта и поставленных задач: экскаваторами, которые могут быть установлены на понтоны или непосредственно на дно после спуска воды для манипуляций в труднодоступных местах; земснарядами, которые всасывают со дна грунт и передают его на специально оборудованную площадку на берегу по трубопроводу.

Для очищения органических соединений от ПАВ и цианидов и т. д. целесообразно, наряду с окислением их хлором, использовать или применять пероксид водорода, кислородом воздуха, пиролюзитом, озонирование. Озонирование наряду с устранением запаха, привкуса выполняет функцию обеззараживания. Известно, что при обработке воды озоном происходит разложение органических веществ, и при этом бактерии погибают в несколько тысяч раз быстрее, чем при обработке хлором.

Проанализировав данные методы очистки воды, мы пришли к выводу, что все эти методы нужно применять комплексно, иначе результат будет кратковременным. И все эти действия будут бессмысленными, если не сократить количество сточных вод в реку и не применить способы очистки по отношению к ним.

В заключение следует отметить, что контроль за состоянием реки должен быть многогранный, комплексный и последовательный, поскольку река, как и другие реки РФ, является объектом государственной важности для службы мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова Т. А. Химия окружающей среды и техника ее защиты / Т. А. Иванова, В. П. Спасов. – Великие Луки, 1999. – 225 с.

УДК631.6; 626.87

ОЦЕНКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА СТОКА ВОДОСБОРА БАСЕЙНА РЕКИ ТОБОЛ

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Тастемирова Бакыткул Ельденовна, докторант PhD, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, tastemirovab@mail.ru

На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» по загрязнению водных ресурсов реки Тобол определены особенности формирования их гидрохимического режима и стока загрязняющих веществ в условиях антропогенной деятельности в пространственно-временном масштабе.

Ключевые слова: вода, ресурсы, загрязняющие вещества, сток, гидрохимический режим, река.

ASSESSMENT OF THE HYDROCHEMICAL REGIME OF THE DRAIN OF THE WATER PUMP OF THE TOBOLE RIVER BASIN

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Tastemirova B.

Based on the long-term information and analytical materials of the RSE «Kazgidromet» on the pollution of the water resources of the Tobol River, determine the features of the formation of their hydrochemical regime and the transported pollutants under conditions of anthropogenic activity on a spatial and temporal scale.

Keywords: water, resources, pollutants, hydrochemical regime, river, transportation.

Водообеспеченность отраслей экономики в Северном Казахстане во многом зависит от формирования водных ресурсов в пределах Российской Федерации. Современное развитие науки и техники предполагает наличие комплексного подхода к решению многих проблем в области сбалансированного использования водных ресурсов трансграничных рек. При изучении водных объектов трансграничных рек такой подход в большинстве случаев невозможен без учета гидрологического и гидрохимического режимов формирования геостоков рек. Именно на основе изучения гидрологического и гидрохимического режимов стока рек возможно комплексное и рациональное использование и охраны водных ресурсов Северного Казахстана в водосборах бассейна р. Тобол.

Цель исследований – на основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» по загрязнению водных ресурсов р. Тобол определить особенности формирования их гидрохимического режима в условиях антропогенной деятельности в пространственно-временном масштабе.

Методы и материалы исследования. Методы исследования основаны на систематизации, системном анализе и обобщении результатов мониторинга, то есть использованы многолетние информационно-аналитические материалы «Ежегодные данные о качества поверхностных вод» Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» МОСВР РК (таблица 1) [1, 3, 4].

Таблица 1 – Концентрации загрязняющих веществ в водосборе бассейна р. Тобол в пространственно-временном масштабе

Показатель	Средние концентрации загрязняющих веществ за период, год			
	1990	2000	2005	2012
Река Тобол – село Гришенка				
Расход воды (Q), м ³ /с	7,46	909	12,17	4,88
Взвешенные вещества, мг/л	–	39,20	40,61	29,39
Магний (Mg), мг/л	37,49	43,60	325,66	377,82
Хлориды (Cl), мг/л	254,89	400,19	325,66	377,82
Сульфаты (SO_4), мг/л	160,24	226,71	166,71	224,21
Кальций (Ca), мг/л	65,49	72,72	64,82	66,67
Летучие фенолы, мг/л	0,0000	0,0004	0,0008	0,0004
Нефтепродукты, мг/л	0,02	0,03	0,02	0,02
СПАВ, мг/л	0,02	0,05	0,04	0,03
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0,18	0,09	0,10	0,26
Азот нитратный (NO_2), мг/л	0,02	0,01	0,01	0,01
Азот нитратный (NO_3), мг/л	0,90	0,58	0,28	0,25
Фосфаты (PO_4), мг/л	0,07	0,04	0,04	0,02
Железо общее (Fe), мг/л	0,25	0,21	0,21	0,093
Медь (Cu), мкг/л	0,00	1,44	18,90	3,01
Цинк (Zn), мкг/л	0,00	1,95	7,02	1,93
Фториды (F), мкг/л	0,37	0,44	0,36	0,37
Река Тобол – город Костанай				
Расход воды (Q), м ³ /с	9,65	15,36	18,73	6,13
Взвешенные вещества, мг/л	–	34,31	37,33	27,16
Магний (Mg), мг/л	31,86	23,30	–	38,44
Хлориды (Cl), мг/л	215,48	218,08	181,77	196,68
Сульфаты (SO_4), мг/л	168,84	200,08	181,77	196,68
Кальций (Ca), мг/л	78,41	79,96	65,53	97,20
Летучие фенолы, мг/л	0,0000	0,0005	0,0009	0,0004
Нефтепродукты, мг/л	0,01	0,03	0,02	0,02
СПАВ, мг/л	0,19	0,04	0,03	0,02
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0,11	0,08	0,09	0,23
Азот нитратный (NO_2), мг/л	0,01	0,01	0,01	0,01
Азот нитратный (NO_3), мг/л	0,68	0,56	0,30	0,31
Фосфаты (PO_4), мг/л	0,07	0,05	0,06	0,07
Железо общее (Fe), мг/л	0,15	0,17	0,14	6,27
Медь (Cu), мкг/л	0,00	1,78	10,37	2,83
1	2	3	4	5
Цинк (Zn), мкг/л	0,00	0,44	5,26	2,05
Хром общий (Cr), мкг/л	0,00	0,01	3,86	7,13
Фториды (F), мкг/л	0,40	0,41	0,37	0,35

Таким образом, оценка концентраций загрязняющих веществ в водосборе бассейна р. Тобол, проведенная в пространно-временном масштабе, начиная с зоны формирования стока (гидрологический пост – село Гришенка) до устья реки (гидрологический пост – г. Костанай) позволили определить направленность и интенсивность их загрязнения главными ионами (Cl, SO_4), биогенными элементами (NH_4, NO_2, NO_3) и тяжелыми металлами (Cu, Zn). Как видно из таблицы 1, воды в водосборе бассейна р. Тобол в основном загрязнены тяжелыми металлами (Cu, Zn), сульфатами (SO_4) и нефтепродуктами, что необходимо учитывать при разработке природоохранных мероприятий.

Таблица 2 – Масса загрязняющих веществ, мигрирующих с речным стоком р. Тобол

Показатель	Ед. изм.	Средний объем переноса загрязняющих веществ, т/год			
		1990	2000	2005	2012
Река Тобол – село Гришенка					
Расход воды (Q)	м ³ /с	7,46	909	12,17	4,88
1	2	3	4	5	6
Взвешенные вещества	т/год	-	9015	16005	4845
Магний (Mg)	т/год	7740	165	-	9668
Хлориды (Cl)	т/год	59964	91775	115042	55936
Сульфаты (SO_4)	т/год	38907	55547	60735	55936
Кальций (Ca)	т/год	15085	19034	23867	32978
Летучие фенолы	т/год	0	0	0	0
Нефтепродукты	т/год	6	9	9	3
СПАВ	т/год	6	14	14	5
Азот аммонийный (NH_4)	т/год	42	28	40	40
Азот нитритный (NO_2)	т/год	4	3	4	1
Азот нитратный (NO_3)	т/год	320	313	114	32
Фосфаты (PO_4)	т/год	19	12	14	3
Железо общее (Fe)	т/год	66	57	95	272
Медь (Cu)	т/год	0	951	6280	513
Цинк (Zn)	т/год	0	916	2340	209
Фториды (F)	т/год	120	105	144	58
Река Тобол – город Костанай					
Расход воды (Q)	м ³ /с	9,65	15,36	18,73	6,13
Взвешенные вещества	т/год	-	15488	22593	5145
Магний (Mg)	т/год	8422	4609	-	6811
Хлориды (Cl)	т/год	61250	90506	104090	36412
Сульфаты (SO_4)	т/год	47015	82602	74849	32289
Кальций (Ca)	т/год	23828	32593	37477	12791
Летучие фенолы	т/год	0	0	0	0
Нефтепродукты	т/год	6	11	14	4
СПАВ	т/год	176	19	20	4
Азот аммонийный (NH_4)	т/год	31	40	47	50
Азот нитритный (NO_2)	т/год	3	5	4	2
Азот нитратный (NO_3)	т/год	191	317	168	55
Фосфаты (PO_4)	т/год	22	21	32	13
Железо общее (Fe)	т/год	40	89	80	1824
Медь (Cu)	т/год	0	2078	5974	592
Цинк (Zn)	т/год	0	519	3389	495
Хром общий (Cr)	т/год	0	6	1912	1585
Фториды (F)	т/год	110	182	212	70

При известных среднегодовых расходах воды в реке и наличии данных о содержании загрязняющих веществ в воде (таблица 1) расчет массы загрязняющих веществ, мигрирующих с речным стоком в течение года, можно определить по следующей формуле: $M = 31,536 \cdot C \cdot Q$, где M – масса загрязняющих веществ, мигрирующих с речным стоком, т/год; C – концентрации загрязняющих веществ в воде, мг/л; Q – среднегодовой расход воды в реке по гидрологический пост, м³/с; – 31,536 – коэффициент приведения к единой размерности (таблица 2).

Источниками загрязняющих веществ водосбора бассейна р. Тобол является развитое промышленное производство, то есть промышленные и коммунально-бытовые стоки промышленных и населенных пунктов. Согласно данным, приведенных в таблицах, можно констатировать, что в 1990–2000 гг. от створа села Гришенка до города Костаная наблюдается

снижение масс загрязняющих веществ, в 2000–2005 гг. – нарастание и в 2005–2012 гг. – некоторое снижение. При этом наибольшая масса загрязняющих веществ, поступающих в реку Тобол, состоит из главных ионов, доля которых достигает 92,5 %.

Заключение. Гидрохимическая оценка качества воды водосбора бассейна трансграничной реки Тобол показала наличие загрязнения антропогенного происхождения и изменения сезонного колебания состава воды. Для более детального обнаружения источника загрязнения необходимо продолжение исследований на территории Республики Казахстан и Российской Федерации для выявления источника загрязнения и техногенных нагрузок в водосборе бассейна трансграничной р. Тобол.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлибаев М. Ж. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана [Текст] / М. Ж. Бурлибаев, Н. А. Амиргалиев, И. В. Шенбергер [и др.]. – Алматы : Канагат, 2014. – Т. 1. – 742 с.

2. Бурлибаев М. Ж. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана [Текст] / М. Ж. Бурлибаев, Е. Ж. Муртазин, Н. А. Исаков [и др.]. – Алматы : Канагат, 2003. – 723 с.

3. Базарбаев С. К. Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов [Текст] / С. К. Базарбаев, М. Ж. Бурлибаев, Т. К. Кудеков, Е. Ж. Муртазин. – Алматы : Канагат, 2002. – 196 с.

УДК 502.656

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ВОДОСБОРА БАСЕЙНА РЕКИ КАРАТАЛ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru.

Жанымхан Курманбек, старший преподаватель Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, sonya-84-84@mail.ru

На основе и системного анализа информационно-аналитических материалов «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» дается оценка качества водосбора бассейна реки Каратал с учетом нормативных критериев предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения и потенциальных источников техногенного загрязнения.

Ключевые слова: бассейн, река, качество вода, системный анализ, водные ресурсы, загрязняющие вещества, минерализация, сток.

GEOECOLOGICAL EVALUATION OF TRANSFORMATION OF POLLUTING SUBSTANCES

Mustafaev Z. S, Kozykeyeva A. T., Zhanymkhan K.

Based on the systematization and system analysis of information and analytical materials «Annual data on the quality of surface waters of the Republic of Kazakhstan» RGP «Kazhydromet» assessment of the quality of the catchment of the Karatal river basin taking into account the regulatory criteria for maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants for reservoirs of fisheries and potential sources man-made pollution.

Keywords: basin, river, water quality, analysis, systematization, water resources, pollutants, salinity, runoff.

Бассейны малых рек, являясь территориальной единицей локального уровня, имеющих, как правило, небольшую водосборную площадь и длину, – очень чувствительные индикаторы ландшафтно-хозяйственной обстановки, своеобразный ландшафтный «продукт» не только климата, но и геоморфологических особенностей территории, истории её хозяйственного освоения.

Для осуществления рациональной водохозяйственной деятельности в бассейнах малых рек и оптимального управления водными ресурсами необходима систематизированная объективная информация о состоянии водных объектов и водных ресурсов. Решению этой задачи способствует система мониторинга, данные которого служат информационно-аналитической основой для принятия управленческих решений в водохозяйственной деятельности, управления качеством водных ресурсов, оценки влияния на них антропогенной деятельности, составления планов и программ развития территорий, прогнозирования неблагоприятных явлений на водных объектах.

Цель исследования – на основе системного анализа материалов по гидрохимическим показателям воды бассейна реки Каратал дать оценку их качества с учетом нормативных критериев предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для водоемов рыбохозяйственного назначения и потенциальных источников техногенного загрязнения.

Материалы и методы исследования. Для оценки качества воды и экологического состояния реки Каратал использовались информационно-аналитические материалы «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» (таблица 1) [1].

Для оценки качества водных ресурсов в практике водного хозяйства широко используются методы, основанные на комплексных показателях, то есть предельно допустимых концентраций (ПДК). Среди них наиболее обоснованной является методика В. В. Шабанова, базирующаяся на коэффициенте предельной загрязненности ($K_{нз}$) [2]:

$$K_{нз} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{ПДК_i} - 1,$$

где i – номер загрязняющего воду вещества; N – количество учитываемых веществ; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация учитываемых веществ; C_i – фактическая концентрация учитываемых веществ; $K_{нз}$ – коэффициент предельной загрязненности, характеризующий качество воды, состояние водного объекта рек и его водохозяйственное значение: очень чистая ($<-0,80$), чистая ($-0,80-0,0$), умеренно чистая ($0,0-1,0$), загрязненная ($1,0-3,0$), грязная ($3,0-5,0$) и очень грязная ($>5,0$).

Таблица 1 – Концентрации загрязняющих веществ в водосборе бассейна р. Каратал в пространственно-временном масштабе

Показатель	Средние концентрации загрязняющих веществ за год			
	2011	2012	2013	2014
Река Каратал – город Талдыкурган				
Биологическое потребление кислорода ($БПК_5$)	1,6530	1,5850	1,8950	1,6000
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0,0300	0,0310	0,0220	0,0310
Медь (Cu), мкг/л	0,0026	0,0030	0,0017	0,0156
Железо общее (Fe), мг/л	–	0,2600	0,1200	0,1200
Марганец (Mn), мг/л	0,0114	0,0121	0,0084	0,0300
Никель (Ni), мг/л	–	0,0180	–	–
Река Каратал – город Уштобе				
Биологическое потребление кислорода ($БПК_5$)	1,5900	1,6200	1,7200	1,9000
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0,0290	0,0240	0,0185	0,0280
Медь (Cu), мкг/л	0,0039	0,0028	0,0075	0,0041
Железо общее (Fe), мг/л	0,1700	0,1800	0,0800	0,0900
Марганец (Mn), мг/л	0,0135	–	0,0083	0,0100
Никель (Ni), мг/л	–	0,0210	–	–
Фтор (F)	–	1,0200	–	–

Показатель	Средние концентрации загрязняющих веществ за год			
	2015	2016	2017	2018
Река Каратал – город Талдыкурган				
Биологическое потребление кислорода (<i>БПК₅</i>)	1,6000	1,2000	1,6000	1,2400
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0,0450	0,0600	0,0400	0,0350
Медь (<i>Cu</i>), мкг/л	0,0015	0,0026	0,0021	0,0017
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	0,5200	0,7075	0,5700	0,2600
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	0,0260	0,0160	0,0150	0,0120
Река Каратал – город Уштобе				
Биологическое потребление кислорода (<i>БПК₅</i>)	1,4000	1,5400	1,6600	1,4560
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0,0356	0,0435	0,0520	0,0600
Медь (<i>Cu</i>), мкг/л	0,0012	0,0027	0,0016	0,0028
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	0,3200	0,7100	0,4400	0,5100
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	0,0210	0,0220	0,0250	0,0265

Результаты исследования. На основе методологического подхода В. В. Шабанова с использованием многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» по загрязнению воды в бассейна реки Каратал выполнена оценка качества воды по гидрхимическим показателям (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка загрязненности воды в водосборах бассейна р. Каратал в пространственно-временном масштабе по коэффициенту предельной загрязненности

Загрязняющие вещества	ПДК, мг/л	Годы			
		2011	2012	2013	2014
Река Каратал – город Талдыкурган					
Биологическое потребление кислорода (<i>БПК₅</i>)	3,0	-0,449	-0,472	-0,368	-0,467
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0,015	1,000	1,070	0,467	1,067
Медь (<i>Cu</i>), мкг/л	0,001	1,000	2,000	0,700	0,560
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	0,10	–	1,600	0,200	0,200
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	0,01	0,140	0,210	-0,260	2,000
Никель (<i>Ni</i>), мг/л	0,01	–	0,800	–	–
<i>K_{пз}</i>		0,423	0,868	0,148	1,640
Река Каратал – город Уштобе					
Биологическое потребление кислорода (<i>БПК₅</i>)	3,0	-0,470	-0,460	-0,433	-0,367
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0,015	0,333	0,600	0,233	0,367
Медь (<i>Cu</i>), мкг/л	0,01	-0,610	-0,720	-0,250	-0,590
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	0,10	0,700	0,800	-0,200	-0,100
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	0,01	0,350	–	0,170	0,000
Никель (<i>Ni</i>), мг/л	0,01	–	1,100	–	–
Фтор (<i>F</i>)	0,05	–	19,400	–	–
<i>K_{пз}</i>		0,06	3,453	0,069	-0,138
Загрязняющие вещества	ПДК, мг/л	Годы			
		2015	2016	2017	2018
Река Каратал – город Талдыкурган					
Биологическое потребление кислорода (<i>БПК₅</i>)	3,0	-0,467	-0,600	-0,467	-0,587
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0,015	2,000	3,000	1,567	1,333
Медь (<i>Cu</i>), мкг/л	0,001	-0,850	-0,740	-0,790	-0,830
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	0,10	4,200	8,175	4,700	1,600
Марганец (<i>Mn</i>), мг/л	0,01	1,600	0,600	0,500	0,200
<i>K_{пз}</i>		1,297	2,087	1,102	0,343

Продолжение таблицы 2

Загрязняющие вещества		ПДК, мг/л	Годы		
		2011	2012	2013	2014
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0,015	1,373	1,900	2,467	3,000
Медь (Cu), мкг/л	0,01	-0,880	-0,730	-0,840	-0,720
Железо общее (Fe), мг/л	0,10	2,200	6,100	3,400	4,100
Марганец (Mn), мг/л	0,01				
$K_{пз}$		0,652	1,597	1,216	1,503

Таким образом, оценка качества воды в водосборах бассейна р. Каратал, проведенная в пространно-временном масштабе, начиная от гидрологического поста в г. Талдыкурган до гидрологического поста в г. Уштобе, показала степень их загрязненности, что необходимо учитывать при разработке природоохранных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлибаев М. Ж. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана [Текст] / М. Ж. Бурлибаев, Н. А. Амиргалиев, И. В. Шенбергер [и др.]. – Алматы : Канагат, 2014. – Т. 1. – 742 с.
2. Шабанов В. В. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем [Текст] / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин. – М. : МГУП, 2009. – 154 с.
3. Жанымхан К. Особенности формирования гидрогеохимического режима малых рек бассейна озера Балхаш [Текст] / К. Жанымхан, К. Ж. Мустафаев, А. Т. Козыкеева // Исследования, результат. – Алматы, 2016. – № 03(071). – С. 138–146.
4. Мустафаев К. Ж. Особенности формирования гидрогеохимического режима реки Каратал [Текст] / К. Ж. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, К. Жанымхан // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2016. – № 2. – С. 160–169.

УДК 551.58

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА СТОКА БАСЕЙНА РЕКИ ЕСИЛЬ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Калмашева Айнура Нурлеспесовна, докторант PhD, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, abdikerimova_89@mail.ru

На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» характеризующих поверхностный сток реки Есиль, определены особенности формирования их гидрологического режима в условиях природной и антропогенной деятельности с использованием методов математической статистики и системного анализа, то есть проведены комплексный анализ и оценка внутригодовой изменчивости атмосферных осадков и расходов воды водосборной территории бассейна реки Есиль с определением степени их синхронности.

Ключевые слова: бассейн, водосбор, река, расход, сток, гидрология, системный анализ, изменчивость, синхронность, атмосферные осадки, температура воздуха.

PECULIARITIES OF FORMING A HYDROLOGICAL MODE OF THE FLOW OF THE RIVER BASIN OF THE RIVER UNDER THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC ACTIVITY

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Kalmasheva A. N.

On the basis of many years of information and analytical materials of the RSE «Kazgidromet» characterizing the surface runoff of the Esil River, the features of their hydrological formation under natural and anthropogenic activities were determined using the methods of mathematical statistics and system analysis, that is, a comprehensive analysis and assessment of the annual rainfall and water flow the catchment area of the Esil river basin with the definition of their degree of synchronicity.

Keywords: basin, catchment, river, flow, runoff, hydrology, system, analysis, variability, synchronicity, precipitation, air temperature.

Решение задач в области использования и охраны водных объектов, совершенствования и развития водохозяйственного комплекса бассейна реки Есиль связано с оценкой водохозяйственной ситуации, разработкой и принятием мер по рациональному использованию и сохранению гидрологического потенциала. Современные исследования водных ресурсов в бассейне р. Есиль, особенно в прогнозировании гидрологического режима стока, связаны с проблемами постоянно увеличивающегося влияния хозяйственной деятельности на речной сток и изменения климата. При неуклонном росте водопотребления в отраслях экономики отмечается существенное ухудшение экологического состояния водосбора бассейна реки Есиль.

Цель исследований – на основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» характеризующих поверхностный сток и климат водосбора бассейна р. Есиль, определить особенности формирования его гидрологического режима в условиях природной и антропогенной деятельности с использованием методов математической статистики и системного анализа.

Результаты исследования. Исследование закономерности внутригодового распределения стока р. Есиль является одним из важнейших вопросов, решение, которого необходимо для рационального и комплексного использования водных ресурсов для различных целей народного хозяйства. В целом оценка изменения внутригодового распределения стока в году зависит не только от способов анализа и сравнения месячного стока и его распределения в многолетнем разрезе с динамикой хозяйственной деятельности на водосборе, но и в определенной степени от сравнения естественного и нарушенного распределения стока. Относительная устойчивость внутригодового и сезонного распределения стока реки Есиль в естественных условиях подтверждается данными об относительном распределении стока по сезонам в условиях слабого хозяйственного развития региона и после сооружения крупных водохранилищ (таблицы 1) [1].

Таблица 1 – Внутригодовое распределение стока р. Есиль (м³/с)

Месяцы	Есиль – город Астана			Есиль – город Державинск			Есиль – город Петропавловск		
	Водность года, %								
	25	50	75	25	50	75	25	50	75
I	0,21	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	5,15	2,83	1,86
II	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	4,42	2,45	1,07
III	0,10	0,01	0,00	0,18	0,00	0,00	3,98	2,08	1,14
IV	87,0	44,0	21,1	38,6	22,5	10,0	184,0	111,0	35,9
V	8,71	7,96	4,29	49,0	29,2	22,7	610,0	182,0	65,2
VI	2,31	1,10	0,54	1,02	0,06	0,03	56,3	49,8	17,9
VII	1,14	0,48	0,21	0,08	0,04	0,01	34,1	16,8	9,24
VIII	0,50	0,20	0,06	0,05	0,03	0,01	15,2	9,57	5,31
IX	0,41	0,28	0,10	0,04	0,02	0,01	11,0	7,09	3,68
X	0,79	0,36	0,15	0,03	0,03	0,00	10,2	6,40	2,97
XI	1,31	0,43	0,11	0,01	0,02	0,00	9,28	5,70	3,12
XII	0,43	0,14	0,03	0,01	0,05	0,00	6,68	4,44	2,15

Основным регулятором стока Верхнего Есиля является Астанинское (Вячеславское) водохранилище многолетнего регулирования с общим объемом 411 млн м³ и полезным объемом 375 млн м³. Основным регулятором Нижнего Есиля является Сергеевское водохранилище с полным объемом 693 млн м³ и полезным 635 млн м³. Замыкающим водохранилищем Есильского каскада на территории Республики Казахстан является Петропавловское с общим объемом 19,2 млн м³ и полезным 16,1 млн м³, осуществляющее сезонное регулирование стока [1, 2].

На распределение осадков по территории бассейна реки Есиль большое влияние оказывает орография и высота местности. Разница в годовом количестве осадков по разным метеостанциям составляет 75 мм (м/ст. Петропавловск – 351 мм, м/ст. Есиль – 276 мм) (таблица 2) [5].

Таблица 2 – Климатические характеристики водосбора бассейна р. Есиль

Месяцы	Метеорологические станции					
	Астана		Есиль		Петропавловск	
	t_i^o, C	$O_{ci}, мм$	t_i^o, C	$O_{ci}, мм$	t_i^o, C	$O_{ci}, мм$
I	-15,0	18,0	-18,7	29,0	-19,2	25,0
II	-15,2	14,0	-16,4	22,0	-17,5	18,0
III	-8,8	14,0	-10,7	31,0	-11,7	19,0
IV	5,1	22,0	1,9	22,0	0,9	24,0
V	13,3	34,0	12,7	32,0	11,2	34,0
VI	19,3	36,0	18,1	42,0	16,9	55,0
VII	20,9	49,0	21,0	43,0	19,3	62,0
VIII	18,1	29,0	18,1	35,0	16,8	53,0
IX	12,1	22,0	11,6	29,0	10,7	34,0
X	3,7	26,0	2,4	28,0	2,1	15,0
XI	-6,3	23,0	-6,9	30,0	-7,9	18,0
XII	-12,0	20,0	-15,0	29,0	-16,4	17,0
Годовой	3,1	307,0	1,5	372,0	0,4	374,0

Для оценки степени синхронности внутригодового расхода воды реки Есиль и атмосферных осадков водосборной территории использованы отношения максимального значения расхода воды реки в месяцах (Q_i^{max}) к месячному значению расхода воды в реках (Q_i), а также максимального значения атмосферных осадков в месяцах (O_{ci}^{max}) к месячному значению атмосферных осадков (O_{ci}): $K_{qi} = Q_i / Q_i^{max}$; $K_{oci} = O_{ci} / O_{ci}^{max}$, где K_{qi} – внутригодовая изменчивость расходов воды в реках; K_{oci} – внутригодовая изменчивость атмосферных осадков (таблица 3) [4, 3].

Таблица 3 – Оценка степени синхронности внутригодового расхода воды реки и атмосферных осадков водосборной территории бассейна реки Есиль

Месяцы	Гидрологические посты и метеорологические станции в притоках бассейна р. Есиль					
	Есиль – город Астана			Есиль – город Петропавловск		
	K_{qi}	K_{oci}	K_{ci}	K_{qi}	K_{oci}	K_{ci}
I	0,001	0,37	0,003	0,016	0,40	0,040
II	0,000	0,29	0,000	0,013	0,29	0,045
III	0,000	0,29	0,000	0,011	0,31	0,035
IV	1,000	0,45	4,500	0,609	0,39	1,561
V	0,174	0,59	0,294	1,000	0,55	1,818
VI	0,025	0,73	0,342	0,274	0,89	0,308
VII	0,011	1,00	0,011	0,092	1,00	0,092
VIII	0,005	0,59	0,008	0,052	0,85	0,061
IX	0,006	0,45	0,013	0,039	0,55	0,071
X	0,008	0,53	0,015	0,035	0,24	0,146
XI	0,010	0,47	0,021	0,031	0,29	0,107
XII	0,003	0,41	0,007	0,024	0,27	0,089

Как видно из таблицы 3, степень синхронности внутригодового расхода воды реки и атмосферных осадков на водосборной территории бассейна р. Есиль достаточно низкая, то есть в начале и конце года равно нулю и только в середине весны достигает максимального значения, что характеризуются особенностями формирования гидрологического режима реки в степных зонах Казахстана, которые относятся снегово-дождевому питанию.

Выводы. Таким образом, геосистемы бассейна р. Есиль формируются в условиях резко континентального и засушливого климата. По характеру водного режима в естественных условиях большинство рек бассейна р. Есиль относятся к казахстанскому типу снегово-дождевого питания с низкой степенью синхронности внутригодового расхода воды реки и атмосферных осадков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: в 21 томе. – Т. V : Климат Казахстана – основа формирования водных ресурсов [Текст] / Под науч. ред. В. Г. Сальникова. – Алматы, 2012. – 430 с.
2. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление: в 21 томе: Т.VII: Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 1 : Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана [Текст] / Под науч. ред. Р. И. Гальперина. – Алматы, 2012. – 684 с.
3. Калмашова А. Н. Формирование и функционирование бассейна реки Есиль [Текст] / А. Н. Калмашова, Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева // Исследования, результаты. – 2017. – № 4. – С. 330–338.
4. Мустафаев Ж. С. Особенности формирования гидрологического режима стока бассейна реки Есиль [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, А. Н. Калмашова // Гидрометеорология и экология. – 2018. – № 1. – С. 66–74.
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР, серия 13, Многолетние данные. Ч. 1–6. – Вып. 18. КазССР. Книга 2 [Текст]. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 445 с.

УДК 502.656

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОСБОРА БАСЕЙНА РЕКИ ИЛИ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Рыскулбекова Лаура Молдахановна, докторант PhD, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы

На основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» МОСВР РК «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод Республики Казахстан» произведена оценка качества воды по гидрохимическим показателям в пространственно-временном масштабе в условиях антропогенной деятельности.

Ключевые слова: анализ, оценка, загрязнение, гидрохимия, вода, экология, трансформация.

GEOECOLOGICAL ESTIMATION OF WATER QUALITY OF THE CATCHMENT BASIN OR

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Ryskulbekov L. M.

Based on years of information and analytical materials of the RSE «Kazgidromet» of the Ministry reports «Annual data on the quality of surface waters of the Republic of Kazakhstan» the estimation of water quality by hydrochemical parameters in the space-time scale in conditions of anthropogenic activities.

Keywords: analysis, assessment, pollution, water, substance, ecology, methodology, transformation.

В современных условиях охрана окружающей среды и водных ресурсов водосбора речных бассейнов являются одной из наиболее актуальных задач в области природопользования

в условиях интенсивного развития производительных сил. Результаты геоэкологического мониторинга свидетельствуют в том, что экологическое состояние поверхностных водотоков и водоемов в значительной мере определяется качеством воды в них, связанным не только с концентрацией биогенных элементов, но и концентрациями ионов тяжелых химических элементов, что требует необходимости геоэкологической оценки качества воды в пространственно-временном масштабе.

Цель исследования – на основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» определить особенности формирования гидрохимического режима водосбора бассейна реки Или в условиях антропогенной деятельности.

Материалы и методы исследования. Информационной базой для оценки качества воды и экологического состояния водных объектов в бассейне р. Или использовались «Ежегодные данные о качестве поверхностных вод» Республики Казахстан» РГП «Казгидромет» МОСВР РК и многолетние фондовые и литературные источники по гидрохимическим показателям [1, 2, 3], включающим биохимическое потребление кислорода (*БПК₅*), азот аммонийный (*NH₄*), азот нитритный (*NO₂*), азот нитратный (*NO₃*), хлориды (*Cl*), сульфаты (*SO₄*), медь (*Cu*), цинк (*Zn*), натрий (*Na*) и нефтепродукты (таблица 1).

Таблица 1 – Концентрации загрязняющих веществ в речной воде в водосборах бассейна реки Или в пространственно-временном масштабе

Показатель	Средние концентрации загрязняющих веществ за год			
	1990	2000	2005	2012
Река Или – в створе гидропоста Добын				
Расход воды (<i>Q</i>), м ³ /с	435,0	409,0	370,0	480,0
Взвешенные вещества, мг/л	–	751,6	123,3	49,2
Азот аммонийный (<i>NH₄</i>), мг/л	–	0,10	0,11	0,06
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	–	0,01	0,03	0,06
Азот нитратный (<i>NO₃</i>), мг/л	–	1,00	0,87	0,72
Нефтепродукты, мг/л	–	0,06	0,07	0,03
Хлориды (<i>Cl</i>), мг/л	–	8,87	6,55	12,86
Сульфаты (<i>SO₄</i>), мг/л	–	76,70	77,06	62,38
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	–	0,18	0,30	0,34
Медь (<i>Cu</i>), мкг/л	–	3,33	14,52	7,10
Цинк (<i>Zn</i>), мкг/л	–	5,00	22,46	4,00
Река Или – село Ушжарма				
Расход воды (<i>Q</i>), м ³ /с	447,0	451,0	552,0	539,0
Взвешенные вещества, мг/л	46,4	40,4	34,9	33,0
Азот аммонийный (<i>NH₄</i>), мг/л	0,01	0,03	0,05	0,06
Азот нитритный (<i>NO₂</i>), мг/л	0,00	0,02	0,01	0,01
Азот нитратный (<i>NO₃</i>), мг/л	0,61	0,46	0,85	0,67
Нефтепродукты, мг/л	0,18	0,17	0,07	0,02
Хлориды (<i>Cl</i>), мг/л	27,20	30,28	8,26	12,21
Сульфаты (<i>SO₄</i>), мг/л	86,40	88,84	78,02	82,13
Железо общее (<i>Fe</i>), мг/л	0,06	0,09	0,05	0,05
Медь (<i>Cu</i>), мкг/л	0,13	1,00	3,96	7,26
Цинк (<i>Zn</i>), мкг/л	2,36	6,67	14,15	1,95

Для оценки качества водных ресурсов и экологического состояния водных экосистем в водосборе бассейна р. Или использовали методики В.В. Шабанова с коэффициентом предельной загрязненности (*K_{пз}*) [4]:

$$K_{пз} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{ПДК_i} - 1,$$

где i – номер загрязняющего воду вещества; N – количество учитываемых веществ; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация учитываемых веществ; C_i – фактическая концентрация учитываемых веществ; $K_{пз}$ – коэффициент предельной загрязненности, характеризующий качество воды, состояние водного объекта рек и его водохозяйственное значение, то ест: очень чистая ($<-0,80$), чистая ($-0,80-0,0$), умеренно чистая ($0,0-1,0$), загрязненная ($1,0-3,0$), грязная ($3,0-5,0$) и очень грязная ($>5,0$).

Результаты исследования. Оценка качества воды и экологического состояния водных объектов в водосборах бассейна р. Или проводилась в пространственно-временном масштабе с интервалом пять лет для выявления направленности и интенсивности гидрохимического процесса в водных экосистемах как среды обитания человека (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка загрязненности воды в водосборах бассейна р. Или в пространственно-временном масштабе по коэффициенту предельной загрязненности

Загрязняющие вещества	ПДК, мг/л	Годы			
		1990	2000	2005	2012
Река Или – в створе гидропоста Добын					
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0.39	-	-0,743	-0,717	-0,846
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0.02	-	-0,500	0,500	2,000
Азот нитратный (NO_3), мг/л	9.0	-	-0,888	-0,903	-0,920
Нефтепродукты, мг/л	0.05	-	0,200	0,400	-0,400
Хлориды (Cl), мг/л	300.0	-	-0,970	-0,978	-0,957
Сульфаты (SO_4), мг/л	100.0	-	-0,233	-0,229	-0,366
Железо общее (Fe), мг/л	0,30	-	-0,400	0,000	0,133
Медь (Cu), мг/л	1,0	-	2,330	13,520	6,10
Цинк (Zn), мг/л	10,0	-	-0,500	1,246	-0,600
$K_{пз}$			-0,223	1,610	0,480
Река Или – село Ушжарма					
Азот аммонийный (NH_4), мг/л	0.39	-0,974	-0,923	-0,871	-0,846
Азот нитритный (NO_2), мг/л	0.02	0,000	0,000	-0,500	-0,500
Азот нитратный (NO_3), мг/л	9.0	-0,932	-0,949	-0,907	-0,926
Нефтепродукты, мг/л	0.05	2,600	2,400	0,400	-0,600
Хлориды (Cl), мг/л	300.0	-0,909	-0,899	-0,972	-0,959
Сульфаты (SO_4), мг/л	100.0	-0,136	-0,112	-0,220	-0,179
Железо общее (Fe), мг/л	0,30	-0,800	-0,700	-0,833	-0,833
Медь (Cu), мкг/л	1,0	-0,970	0,000	2,960	6,260
Цинк (Zn), мкг/л	10,0	-0,764	-0,333	0,415	-0,805
$K_{пз}$		-0,320	-0,068	0,034	0,068

Таким образом, оценка качества воды в водосборах бассейна р. Или, проведенная в пространственно-временном масштабе, начиная с границы Китайской Народной Республики (гидрологический пост Добын) до устья реки (гидрологический пост село Ушжарма), позволила определить направленность и интенсивность их загрязнения главными ионами (Cl, Na, SO_4), биогенным азотом (NH_4, NO_2, NO_3) и тяжелыми металлами (Cu, Zn). Как видно из таблицы 3, вода в водосборах бассейна р. Или в основном загрязнена тяжелыми металлами (Cu, Zn), сульфатами (SO_4) и нефтепродуктами, что необходимо учитывать при разработке природоохранных мероприятий. При этом следует отметить, что качество воды в створе гидропоста Добын выше Капшагайского водохранилища по показателю коэффициента предель-

ной загрязненности ($K_{пз}$) относится к чистой, ниже гидрологического поста село Ушжарма – умеренной чистой, что указывает на трансформацию водного потока при которой происходит самоочищение природной среды в водосборе бассейна р. Или.

В водосборе бассейна р. Или основными загрязняющими веществами по рыбохозяйственным критериям экстремальные значения отмечены для азота нитритного, нефтепродуктов, сульфатов, меди, цинка, железа общего. Следует отметить, что водосбору бассейна р. Или характерны определенные загрязняющие вещества, содержание которых меняются в значительной мере в зависимости от интенсивности поступления загрязнений с верховий течения рек, в том числе и с трансграничных территорий.

Заключение. На основании детального системного анализа многолетних информационно-аналитических материалов представлена динамика биогенных загрязняющих вещества водосбора бассейна р. Или, произведена геоэкологическая оценка качества воды в пространственно-временном масштабе, которая показала, что качество воды в створе гидропоста Добын выше Капшагайского водохранилища по показателю коэффициента предельной загрязненности ($K_{пз}$) относится к чистой, ниже гидрологического поста село Ушжарма – к умеренной чистой, что необходимо учитывать при разработке природоохранных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлибаев М. Ж. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана [Текст] / М. Ж. Бурлибаев, Н. А. Амиргалиев, И. В. Шенбергер [и др.]. – Алматы : Канагат, 2014. – Т. – 742 с.
2. Бурлибаев М. Ж. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана [Текст] / М. Ж. Бурлибаев, Е. Ж. Муртазин, Н. А. Исаков [и др.] – Алматы : Канагат, 2003. – 723 с.
3. Базарбаев С. К. Современное состояние загрязнения основных водотоков Казахстана ионами тяжелых металлов [Текст] / С. К. Базарбаев, М. Ж. Бурлибаев, Т. К. Кудеков, Е. Ж. Муртазин. – Алматы : Канагат, 2002. – 196 с.
4. Шабанов В. В. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем [Текст] / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин. – М. : МГУП, 2009. – 154 с.

УДК 338.46: 631.6

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ МЕЛИОРАЦИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ОБУСТРОЙСТВЕ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Мустафаев Канат Жумаханович, кандидат экономических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Ешмаханов Мырзабек Копбосынович, кандидат географических наук, доцент, Таразский педагогический университет, Республика Казахстан, г. Тараз, mirza_123@bk.ru

Турсынбаев Нуржан Аманжолович, Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати, Республика Казахстан, г. Тараз, nurANT_78@mail.ru

На основе математической модели В. Р. Волобуева для определения затраты энергии на почвообразовательный процесс в природных системах разработана модель для оценки экологической емкости ландшафтных систем речных бассейнов, что позволило сформировать методологическое обеспечение экологических услуг мелиорации сельскохозяйственных земель при комплексном обустройстве водосборов речных бассейнов.

Ключевые слова: энергия, затраты, почвообразование, емкость, природа, речной бассейн, мелиорация, экология, закон сохранения энергии, процессы, формирование, нормы водопотребности.

METHODOLOGY FOR THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL SERVICES OF RECHARGEATION WITH COMPLEX IMPLEMENTATION OF RIVER POOLS

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Eshmakhonov M. K., Tursynbayev N. A.

Based on the mathematical model of V.R. Volobuev to determine the energy costs of the soil-forming process of natural systems developed a model for assessing the ecological capacity of landscape systems of river basins, which made it possible to formulate a methodological support for the ecological services of agricultural land reclamation in the integrated arrangement of river basins.

Keywords: energy, costs, soil formation, capacity, nature, river basin, melioration, ecology, energy conservation law, processes, formation, norms of water demand.

В речных бассейнах формирование ландшафтно-географических, геохимических зон и гидрохимической зональности обусловлено количеством поступающей космической энергии, в первую очередь солнечной радиации, то есть радиационного баланса деятельной поверхности (R). Атмосферные осадки, испарение, формирование поверхностных и подземных вод зависят от космических энергетических ресурсов речных бассейнов, а именно их геоморфологической схематизации. Следовательно, все почвообразовательные и биохимические процессы, протекающие в бассейнах рек, а также количественные и качественные состояния ландшафтных систем (катен) обусловлены соотношением поступающих тепла и влаги, выполняющих определенные экологические услуги в природной системе, результат которых удовлетворяет определенные потребности общества. Для повышения полезного эффекта природной системы возникает необходимость научного обоснования деятельности человека в виде услуги по мелиорации природного объекта в целях улучшения неблагоприятных природных (гидрологических, почвенных, агроклиматических) условий и наиболее эффективно использования водных и земельных ресурсов в соответствии с потребностями сельскохозяйственных культур. С другой стороны, мелиоративная деятельность человека должна быть направлена на регулирование почвообразовательного процесса в соответствии с законами эволюции с целью обеспечения благоприятной экологической ситуации [1].

Цель исследования – обоснование экологической услуги по мелиорации сельскохозяйственных земель при комплексном обустройстве водосборов речных бассейнов на основе закона сохранения энергии, характеризующего процесс теплообмена в конкретной точке пространства за известный промежуток времени.

Результаты исследования. Широкая климатическая зональность природно-географических систем в речных бассейнах сформировалось под влиянием солнечной радиации и осадков, которые отображаются через гидротермический режим, то есть «индекс сухости» ландшафтов ($\bar{R} = R/L \cdot O_c$, где \bar{R} – гидротермический показатель, или «индекс сухости» М. И. Будыко; O_c – годовое значение атмосферных осадков, мм; R – радиационный баланс деятельной поверхности; L – удельная теплота парообразования, принятая постоянной и равная $2,5 \text{ кДж/см}^2$) [2]. Этот показатель характеризует баланс энергии и определяет интенсивность протекания биохимических процессов на Земле, в частности, затраты энергии на почвообразование, и может быть положен в обоснование экологических услуг мелиорации при комплексном обустройстве речных бассейнов.

Суммарные затраты энергии на почвообразование (Q_n) при одинаковых условиях увлажнения ($K_y = O_c/E_o$, где E_o – испаряемость, которая определяется по формуле Н. Н. Иванова [3]: $E_o = 0.0018(25+t)^2(100-a)$, где t – среднемесячная температура воздуха, °С; a – среднемесячная относительная влажность воздуха, %) находятся в прямой зависимости от радиационного баланса деятельной поверхности Земли (R) [4: $Q_n = R \cdot \exp[-(1/m \cdot K_y)]$, где m – эмпирический показатель «биологической активности» среды, численно равен 2.13.

Интенсивность накопления биомассы конкретной культурой, даже при находящихся в оптимуме всех регулирующих факторов, зависит от количества фотосинтетической активной радиации (R), которая определяется затратами солнечной энергии в биогеоценозе на почвообразование (Q_n). Это позволяет рассчитывать услуги мелиорации сельскохозяйственных земель при комплексном обустройстве водосборов речных бассейнов, то есть определить количественную величину экологических услуг мелиорации для повышения полезного эффекта, удовлетворяющего потребности общества и человека [1]:

$\Delta Q = Q_{гал} - Q_l$, где $Q_l = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R}_l)$ – затраты энергии на почвообразование в ландшафтах, кДж/см²; $Q_{гал} = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R}_{гал})$ – затраты энергии на почвообразование в агроландшафтах, кДж/см²; \bar{R}_l – гидротермический показатель естественных ландшафтов в водосборных бассейнах реки; $\bar{R}_{гал}$ – гидротермический показатель гидроагроландшафтов в водосборных бассейнах рек.

Для определения количественного значения экологических услуг мелиорации сельскохозяйственных земель можно использовать уравнение радиационного баланса, имеющего следующий вид [2]: $R = L \cdot E + P + B$, где P – турбулентный поток тепла, кДж/см²; B – поток тепла между подстилающей поверхностью и нижележащими слоями (поток тепла в почву вниз от поверхности), кДж/см²; E – испарение, мм; LE – затраты тепла на испарение, кДж/см².

На основе уравнения радиационного баланса М. И. Будыко предложил определить величину испаряемости по следующей формуле: $E = R/L$, так как турбулентный поток тепла (P) и поток тепла между подстилающей поверхностью и нижележащими слоями (B) в определенных условиях можно приравнять к нулю [2].

Следовательно, на основе разницы потенциальных затрат солнечной энергии на почвообразовательный процесс гидроагроландшафтов и естественных ландшафтов можно определить количественную величину экологических услуг мелиорации, то есть средний многолетний дефицит экологической водопотребности по следующей формуле [5, 6]: $\Delta E_{э} = \Delta Q/L$, где $\Delta E_{э}$ – средний многолетний дефицит экологической водопотребности гидроагроландшафтов за счет оказания услуг мелиорации сельскохозяйственных земель, мм;

Дефицит экологической водопотребности гидроагроландшафтов расчетной вероятности (P_i) определяют по формулам: $\Delta E_{эi} = \Delta E_{срэ} + \Phi_{p\%} \cdot \sigma_{э}$, где $\sigma_{э}$ – среднее квадратическое отклонение значения дефицита экологической водопотребности гидроагроландшафтов ($\Delta E_{эi}$) от $\Delta E_{срэ}$; $\Phi_{p\%}$ – отклонение ординаты кривой вероятностей Пирсона III типа от середины для расчетной вероятности $\Delta E_{срэ}$ и коэффициента C_s ежегодных значений дефицита экологической водопотребности гидроагроландшафтов ($\Delta E_{эi}$).

В основу интегральных критериев по обеспечению агроэкологической устойчивости гидроагроландшафтов при услуге мелиорации сельскохозяйственных земель следует принять положение о том, что средневзвешенный дефицит водопотребности севооборота, или оросительная норма ($\Delta E_{срс}$), не должна превышать средневзвешенный дефицит экологической водопотребности гидроагроландшафтов ($\Delta E_{срэ}$), то есть $\Delta E_{срс} \leq \Delta E_{срэ}$, или $\Delta E_{срс} / \Delta E_{срэ} = 1.0$, которые обеспечиваются оптимизацией структуры и состава сельскохозяйственных культур, технологии и техники орошения. При этом, чтобы обеспечить оптимальный режим почвообразовательного процесса гидроагроландшафтных систем, учитывая особенности каждой технологии полива, принимаемой для орошения сельскохозяйственных культур, требуется проектирование многоцелевой оросительной системы с высокой гибкостью, обеспечивающей принципы разнообразия природной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Экологические услуги при обустройстве речных бассейнов: цена земельных ресурсов [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, А. Д. Рябцев [и др.] // Гидрометеорология и экология. – 2015. – № 1. – С. 167–176.
2. Будыко М. И. Климат и жизнь [Текст] / М. И. Будыко – Л. : Гидрометеоздат, 1971. – 470 с.
3. Иванов Н. Н. Зоны увлажнения земного шара [Текст] / Н. Н. Иванов // Изв. АН СССР. Серия география и геофизика. – 1941. – № 3. – С. 15–32.
4. Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования [Текст] / В. Р. Волобуев – М. : Наука, 1974. – 120 с.
5. Турсынбаев Н. А. Методологическое обеспечение экологических услуг мелиорации при комплексном обустройстве речных бассейнов [Текст] / Н. А. Турсынбаев, Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева // Известия НАН РК, серия аграрных наук. – 2017. – № 3. – 205–212.
6. Мустафаев Ж. С. Методологическое обоснование экологических услуг природной системы и антропогенной деятельности гидроагроландшафтных систем бассейна трансграничной реки Талас [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева, Н. А. Турсынбаев // Гидрометеорология и экология. – 2017. – № 3. – С. 167–176.

УДК 502.656

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ (ГИДРОАГРОЛАНДШАФТОВ) БАСЕЙНА РЕКИ СЫРДАРЬИ

Мустафаев Жумахан Сулейменович, доктор технических наук, профессор, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, z-mustafa@rambler.ru

Козыкеева Алия Тобажановна, доктор технических наук, доцент, Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан, г. Алматы, aliya.kt@yandex.ru

Ескермесов Жандос Елеукенович, старший преподаватель, Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати, Республика Казахстан, г. Тараз, jake_19_84@mail.ru

На основе методологического подхода для оценки уровня техногенного нарушения природной системы речных бассейнов в условиях антропогенной деятельности определена степень качественных изменений компонентов современных гидроагроландшафтных системы в низовьях реки Сырдарья с учетом природно-техногенной нагрузки поступающих в результате мелиорации.

Ключевые слова: методология, гидроагроландшафты, техногенная нагрузка, мелиорация.

ASSESSMENT OF THE FUNCTIONING OF THE NATURAL-TECHNICAL SYSTEM (HYDROAGROLANDSHAFT) OF THE BASIN OF THE SYRDARYA RIVER

Mustafaev Z. S., Kozykeyeva A. T., Yeskermesov Z. E.

On the basis of a methodological approach for assessing the level of man-made disruption of the natural system of river basins in the context of anthropogenic activity, the degree of qualitative changes in the components of modern hydro-landscape systems in the lower reaches of the Syrdarya River taking into account the natural and man-made loads of post-reclamation has been determined.

Keywords: methodology, assessment, nature, system, technogenic load, activity, melioration.

Использование обществом природного ландшафта в процессе сельскохозяйственного производства в XIX–XX веках привело к существенным изменениям, трансформированию и деградации большей части его компонентов в бассейне р. Сырдарья. Объективно с интенсификацией сельского хозяйства все больше углубляется противоречие между мероприятиями, направленными на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, и действиями, направленными на поддержание стабильности ландшафта и качества среды. На современном этапе проблема рационального использования природных ресурсов в сельском хо-

зяйстве должна решаться на эколого-мелиоративной балансово-экологической основе, суть которой состоит в обеспечении воспроизводства ресурсов. Таким образом, повышение продуктивности аграрного производства объективно должно сопровождаться улучшением состояния окружающей природной среды и восстановлением затраченных на производство природных и материальных ресурсов.

Цель исследований – оценка качественных изменений компонентов современных аграрных ландшафтов в низовьях р. Сырдарья в связи с увеличением антропогенной и техногенной нагрузки.

Материалы методы исследования. Для оценки уровня техногенного нарушения природной системы речных бассейнов, можно использовать показатели, характеризующие отношение использования природных ресурсов к изменению их компонентов в системе природопользования [1, 2]:

– при агротехническом освоении территории: $K_f = F_i / F$, где F_i – площадь освоенной территории, га; F – площадь природных или полуприродных экосистем, га;

– при мелиорации сельскохозяйственных земель: $K_o = (O_p^f - O_p^n) / O_p^n$, где O_p^f – фактическая оросительная норма или удельный водозабор, м³/га; O_p^n – почвенно-экологическая допустимая норма орошения, обеспечивающая оптимальное соотношение тепла и влаги в конкретных природно-климатических зонах, м³/га;

– при использовании водных ресурсов: $K_b = (Q_b - Q_c - Q_p) / Q_b$, где Q_b – располагаемые водные ресурсы бассейна рек, км³ или м³/с; Q_c – санитарный попуск, обеспечивающий экологическую устойчивость в низовьях бассейнов рек, км³ или м³/с; Q_p – объем водозабора для нужды промышленных предприятий и сельскохозяйственных организации, км³ или м³/с;

– при оценке изменений гидрохимического режима воды: $K_c = (C_i - C_e) / C_e$, где C_e – естественная минерализация воды рек до антропогенной деятельности человека, г/л; C_i – минерализация воды рек в процессе антропогенной деятельности человека, г/л;

– при сбросе в водоисточник возвратных вод: $K_d = (Q_{dp} / Q_b)$, где Q_{dp} – коллекторно-дренажные и сточные воды, км³ или м³/с;

– при оценке гидрохимического режима орошаемых земель: $K_s = (F_s / F_i)$, где F_s – площадь малопродуктивных засоленных земель, га.

Таким образом, показатель, характеризующий темпы использования природных ресурсов, в определенной степени дает возможность определить степень изменения природной системы, тогда приближенные значения коэффициента, характеризующего уровень техногенного нарушения гидроагроландшафтов, можно определить по формуле:

$$K_m = \sum_{i=1}^n K_i / n,$$

где n – количество компонентов природной системы принятых для определения уровня техногенных нарушений природных систем.

Для оценки уровня техногенного нарушения природной системы, можно использовать обобщенный показатель K_{mn} , который определяется по формуле [1, 2, 3]:

$$K_{km} = 1 - \sqrt{\frac{n}{\Pi}} \prod_{i=1}^n K_i^i,$$

где $K_i^i = \exp(-K_i)$ – относительные значения уровня техногенных нарушений природного объекта [4].

Для анализа современного состояния агроландшафтных систем Кызылординской области в низовьях р. Сырдарья были использованы информационно-аналитические материалы «Кызылордаводхоз» филиала «Казводхоза» Комитета водных ресурсов Министерства

сельского хозяйства Республики Казахстан и Департамента статистического управления Кызылординской области в период 2000–2015 гг. и методы системного анализа

Результаты исследования. Для анализа оценки техногенного нарушения компонентов локальных экосистем в низовьях р. Сырдарьи использованы данные о почвенно-экологическом и почвенно-мелиоративном состоянии гидроагроландшафтов и на основе их выполнен прогнозный расчет, характеризующий степень техногенного нарушения (таблица 1) [5].

Анализ почвенно-экологического состояния гидроагроландшафтов по водохозяйственным бассейнам Казахстана позволил выявить следующий уровень техногенных нагрузок на природную систему [1, 2, 3]:

1. Оптимальная техногенная нагрузка на природную систему (адаптационная реакция природной системы) ($K_{км} \leq 0.30$) – это результат совокупного проявления сложных, длительных или сравнительно кратковременных процессов с природной и антропогенной составляющими, которые обеспечивают благоприятное экологическое состояние гидроагроландшафтов или замедляют процессы его ухудшения.

2. Удовлетворительная техногенная нагрузка на природную систему (восстановительная реакция природной системы) ($K_{км} = 0.3 - 0.65$) – неустойчивое функционирование системы в результате совокупного проявления сложных, длительных или сравнительно кратковременных процессов с природной и антропогенной составляющими, что приводит к нарушению динамического или экологического равновесия гидроагроландшафтов.

Таблица 1 – Оценка техногенно-нарушенных гидроагроландшафтов в низовьях р. Сырдарьи

Показатели	Годы					
	1960	1970	1980	1990	2000	2010
$K_f = F_i / F$	0,26	0,39	1,11	1,22	0,98	1,06
$K_o = (O_p^{\phi} - O_p^3) / O_p^3$	0,10	4,60	2,20	1,70	1,80	1,70
$K_c = (C_i - C_e) / C_e$	3,75	4,37	4,50	5,25	5,00	5,00
$K_s = F_s / F_i$	0,12	0,23	0,63	0,63	0,48	0,53
$K_f^i = \exp(-K_f)$	0,77	0,68	0,39	0,29	0,38	0,35
$K_o^i = \exp(-K_o)$	0,90	0,01	0,11	0,18	0,16	0,18
$K_c^i = \exp(-K_c)$	0,02	0,01	0,01	0,006	0,007	0,007
$K_s^i = \exp(-K_s)$	0,87	0,79	0,53	0,53	0,62	0,59
$K_{тн}$	0,900	0,993	0,985	0,946	0,935	0,984

3. Напряженная техногенная нагрузка на природную систему (невосстановительная реакция природной системы) ($K_{км} \geq 0.65$) – это результат совокупного проявления сложных, длительных или сравнительно кратковременных процессов с природной и антропогенной составляющими, которые характеризуются значительными изменениями гидроагроландшафтов и общим ухудшением среды обитания человека.

На основе представленных критериев оценки техногенных нагрузок гидроагроландшафтных систем можно отметить, что гидроагроландшафтные системы в низовьях р. Сырдарьи, начиная с периода интенсивного освоения относятся к напряженной техногенной нагрузке на природную систему (невосстановительная реакция природной системы), которая привела к значительным изменениям гидроагроландшафтов и общему ухудшению среды обитания человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафаев Ж. С. Математическая модель расчетного мониторинга агроландшафтов [Текст] / Ж. С. Мустафаев, А. Д. Рябцев. – Тараз, 2009. – 136 с.
2. Мустафаев Ж. С. Оценка уровня техногенных нагрузок на природную систему в низовьях реки Сырдарьи [Текст] / Ж. С. Мустафаев, С. И. Умирзаков, А. Т. Козыкеева, Н. Х. Ахметов // Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве : Сб. научн. тр. КазНИИВХ. – Тараз : ИЦ«Аква», 2001. – Т. 38. – Вып. 2. – С. 132–136.

3. Щедрин В. Н. Эколого-экономические аспекты обоснования мелиорации [Текст] / В. Н. Щедрин, Д. С. Гузыкин // Мелиорация и водное хозяйство. – М. : 1993. – № 2. – С. 9–11.
4. Джени К. Средние величины [Текст] / К. Джени. – М. : Статистика, 1990. – 341 с.
5. Карпенко Н. П. Оценка параметров модели экологической устойчивости орошаемых сельскохозяйственных агроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи [Текст] / Н. П. Карпенко, Ж. С. Мустафаев, Ж. Е. Ескермесов // Евразийский Союз Ученых (КСУ). – 2015. – № 9(18). – С. 79–85.

УДК 556.535.8

ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕЧНЫХ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ

Ларионова Нина Александровна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Россия, г. Москва, nin.larionowa@yandex.ru

В работе рассмотрено влияние промышленных отходов (газообразных, жидких и твердых) ряда ведущих отраслей промышленности на загрязнение поверхностных вод. Установлена определенная специфика состава сточных вод некоторых предприятий. Накопители промышленных отходов (золоотвалы, отвалы фосфогипса и др.) оказывают техногенное влияние на загрязнение речных систем за счет пыления и инфильтрации сточных вод.

Ключевые слова: промышленные отходы, золы, отвалы, фосфогипс, загрязнение поверхностных вод.

POLLUTION OF RIVER SYSTEMS BY INDUSTRIAL WASTE

Larionova N. A.

The paper considers the effect of industrial waste (gaseous, liquid and solid) of a number of leading industries on the pollution of surface waters. Certain specificities of the composition of wastewater of certain enterprises are underlined. A certain specificity of the composition of the wastewater of certain enterprises has been established. Industrial waste storages (ash dumps, phosphogypsum dumps, etc.) have a technogenic effect on the pollution of river systems due to dusting and sewage infiltration.

Keywords: industrial wastes, ashes, dumps, phosphogypsum, surface water pollution.

На территории России практически все водоемы подвержены антропогенному влиянию. Качество воды в большинстве из них не отвечают нормативным требованиям. Многолетние наблюдения динамики качества поверхностных вод выявили тенденцию к росту их загрязнения. Ежегодно увеличивается число стоков с высоким уровнем загрязнения воды (более 10 ПДК). В результате антропогенного воздействия многие водоемы нашей страны и зарубежных стран испытывают значительную техногенную нагрузку и отличаются высокой загрязненностью. Уровень загрязненности воды по отдельным показателям превышает в десятки раз предельно допустимые нормы. Такое воздействие на гидросферу приводит к снижению запасов питьевой воды, нарушению круговорота многих веществ в биосфере, изменению состояния и развития флоры и фауны водоёмов.

Основными источниками загрязнения речных систем являются промышленные предприятия. В результате их функционирования образуются газообразные, жидкие и твердые промышленные отходы. Значительный вклад в загрязнение поверхностных вод вносят предприятия ведущих отраслей промышленности: металлургической, химической, целлюлозно-бумажной и теплоэнергетические комплексы. Воздействие промышленных предприятий на все компоненты окружающей среды проявляется в региональном и локальном масштабах.

В атмосферу поступают газопылевые выбросы в виде диоксида серы, окислов азота, углерода, а также твердых пылеватых частиц и сажи. Наибольшее количество диоксида серы поступает с выбросами электростанций и предприятий металлургической промышленности. Загрязняющие вещества, взаимодействуя с атмосферной влагой, образуют серную и азотную кислоты. Они переносятся воздушным потоком на большие расстояния и впоследствии выпадают на поверхность земли в виде кислотных дождей, тумана и пыли.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу только от электроэнергетики достигали в 2008 г. 4345 тыс т, что составляло порядка 30 % выбросов промышленности. В продуктах сгорания ТЭС и ГРЭС, сжигающих твердое топливо, содержатся летучая зола; частички несгоревшего топлива; серный и сернистый ангидрид; оксид углерода и азота; углеводороды; фенол и тяжелые металлы. На долю пылеватых частиц приходится около 31 %, диоксида серы – 42 %, окислов азота – 24 %.

Предприятиями черной металлургии в атмосферу выбрасывается около 200 млн т монооксида углерода, свыше 50 млн т азота, более 50 млн т углеводородов и свыше 250 млн т мелкодисперсных аэрозолей. Среди загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, присутствуют соединения мышьяка, фосфора, пары ртути, цианистый водород и смолистые вещества. Состав загрязняющих веществ при выплавке чугуна и переработке его на сталь, определяется видом сырья и используемой технологией и может содержать (%): СО – 28 суммарного выброса в атмосферу; SO₂ – 16,3; NO₂ – 6,8; аммиак – 3,7; бензин – 3,3; сероуглерод – 2,5; сероводород – 0,6; толуол – 1,2; ацетон – 0,95; бензол – 0,7; дихлорэтан – 0,6; серную кислоту – 0,3; фтористые соединения; органические вещества; бенз(а)пирен.

Многие промышленные предприятия отличаются большим водопотреблением. При этом образуются значительные объемы сточных вод, которые сбрасываются в поверхностные водоемы, загрязняя их. Общий объем сточных промышленных вод во всем мире оценивался в 400–500 млрд м³. В структуре сброса преобладают загрязненные сточные воды (72 %), а на долю нормативно очищенных вод приходится около 7 %.

В теплоэнергетике объем сточных вод зависит от мощности предприятий, использования водооборотной системы. Объем сброса загрязненных вод ТЭЦ-2 (г. Владивосток) в 2005 году составлял 202,26 млн м³, а за 5 лет (2002–2006 гг.) – 1071 млн м³. Поступающие сточные воды, тем более неочищенные, загрязняют поверхностные воды. На выходе сточные воды этой станции содержат Al, В, Mn, Pb, Se, концентрации которых превышают ПДК на порядок, а Sr и V – на два порядка. Даже на расстоянии 15 км от места сброса стоков в поверхностных водах отмечены высокие концентрации этих металлов. При поступлении промстоков Назаровской ГРЭС в воде реки Чулым в 5000 м ниже плотины содержание микроэлементов составляло (мкг/л): Ni – 1,20; V – 3,40; Mo – 1,30; Al – 80,0; Mn – 40,0 [3].

Сброс сточных вод тепловых станций в поверхностные водоемы способствует тепловому загрязнению воды. В результате повышения ее температуры снижается содержание растворенного кислорода, что отражается на условиях обитания водных организмов.

Наиболее загрязнены стоки металлургической, нефтеперерабатывающей, химической, целлюлозно-бумажной промышленности. В своем составе сточные воды содержат различные токсичные компоненты: нефтепродукты, фенол, формальдегид, фтористые соединения, а также тяжелые металлы. В сточных водах различных производств, сбрасываемых в поверхностные стоки, содержание металлов может составлять (мг/л): Cu – 0,01–0,2; Zn – 0,05–0,2; Cd – 0,005–0,025; Pb – 0,005.

Большое количество сточных вод образуется в химической (777,2 млн м³) промышленности. Их объем может составлять около 30 % всего объема промышленных сточных вод. Сточные воды химических предприятий, в том числе при производстве минеральных кислот, минеральных удобрений, соды, отличаются высокой минерализацией.

Негативное воздействие на водные объекты оказывают в значительной степени предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, сбрасывающие 1147,8 млн м³ загрязненных сточных вод. Такие стоки отличаются определенной спецификой. В их составе присутствует лигнин в виде лигносульфонатов, разложение которого происходит в течение длительного времени. Объем сбрасываемых сточных вод только целлюлозно-бумажной промышленности Архангельской области в 2014 г. составил 309,11 млн м³, из них недостаточно очищенных – 260,23 млн м³. Высокими показателями загрязненности отличались воды рек Северная Двина, Сухона, Пельшма, что связано со сбросом сточных вод ЦБК. В 1 км ниже сброса сточных вод ОАО “Сокольский ЦБК” и объединенных очистных сооружений г. Сокола среднегодовая концентрация трудноокисляемых органических соединений составляла 16 ПДК, а лигносульфонатов – 62 ПДК. Средние за год концентрации азота аммонийного и соединений желе-

за достигали 4 ПДК, меди – в пределах 2–5 ПДК, Zn и фенолов – 2–3 ПДК; лигносульфонатов – 1–2 ПДК. Среднегодовая концентрация фенола увеличилась до 19 ПДК. Вода этих рек относилась к 4-му классу качества (“грязная”) [1].

Источниками загрязнения поверхностных вод являются также накопители промышленных отходов предприятий. При сжигании твердого топлива на ТЭС и ГРЭС образуется большое количество твердых отходов в виде золошлаковых материалов, которые складировались гидромеханическим способом на золоотвалы. Так, при сжигании каменных углей ЗШО образуется 240–500 кг/т угля, сланцев – 550–570 кг/т сланца. На крупных ТЭС и ГРЭС образуется более 1 млн т золы в год на каждой станции. Золоотвалы занимают большие площади и являются стационарными источниками загрязнения всех компонентов окружающей среды. В засушливый период они пылят. Зольные частицы обогащены различными микроэлементами: Co, V, Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, As. Поднимаясь ветровым потоком с поверхности золоотвалов, они переносятся на большие расстояния, загрязняя почвы и поверхностные водоемы.

В химической промышленности, в частности при производстве экстракционной фосфорной кислоты и сложных фосфорных и комплексных удобрений, образуется промышленный отход фосфогипс, который складировался в отвалы. Ежегодно в отвалы поступает около 70 тыс. т отхода. В твердых отходах содержатся фтор, мышьяк, стронций, тяжелые металлы. Отвалы пылят при воздействии ветра. В пыли, поднимающейся над отвалами, содержится в среднем до 10 % фтора на 1 т фосфогипса, примерно 10 % фтора вымывается талыми и ливневыми стоками. Радиус распространения пыли достигает 1,5 км.

Отвалы фосфогипса оказывают влияние на загрязнение поверхностных вод. В результате поступления поверхностного стока с промплощадки завода и с отвалов фосфогипса (г. Гомель, Белоруссия) в реке Рандовка и притоков реки Сож минерализация составляла (г/л) – 2,43; SO_4^{2-} – 1650; PO_4^{3-} – 0,44–1,96; F⁻ – 14,42. Содержание сульфатов и фосфат-иона в водах р. Уза практически в три раза меньше, чем в р. Рандовка, при близких концентрациях хлоридов и азота аммонийного [2].

При сбросе сточных вод ОАО “Минудобрения” (г. Мелууз, Башкортостан) в реку Белая поступило: 144,0 т сульфатов; 137,0 т хлоридов; 1,38 т фосфатов; 0,735 т нитратов; 0,255 т фторидов. В связи с сокращением объема производства количество выбросов и сбросов сточных вод существенно сократилось. Тем не менее оставшиеся твердые отходы в виде фосфогипса, хотя и в меньшей степени, но продолжают оставаться источником загрязнения.

При поступлении загрязняющих веществ в речных системах формируются техногенные геохимические аномалии. Продолжительность их существования зависит от степени нарушения экосистемы и от совокупности ландшафтно-геохимических условий, способствующих или ограничивающих самоочищение данной системы от загрязняющих веществ.

Следует отметить, что в последние годы уровень загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками стабилизировался, а нагрузка на водные объекты несколько снизилась. Это обусловлено модернизацией ряда производств, внедрением новых технологий, установкой новых фильтров и очистных сооружений. Кроме этого, отмечается увеличение инвестиционной составляющей в природоохранной работе предприятий различных видов экономической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году”. – М. : Министерство природных ресурсов РФ, 2006. – 495 с.
2. Коцур В. В. Гидрогеохимия зоны интенсивного водообмена территории Гомельского химического завода / В. В. Коцур // Літасфера, . – 2000. – № 13. – С. 93–100.
3. Человек и окружающая среда на этапе первоочередного развития КАТЭКа / В. Г. Волкова, Ю. М. Семенов, Л. А. Турушина и др. – Новосибирск : Наука, СО, 1988. – 224 с.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ СИСТЕМ АЗЕРБАЙДЖАНА

Кадырова Эльмина Мусрат, кандидат химических наук, Бакинский Государственный Университет, г. Баку, Азербайджан, *elmina2010@mail.ru*

Был определен химический состав морских вод из Сабаильского и Карадагского районов города Баку. С этой целью в рассматриваемых районах проводился экологический мониторинг; в составе морских вод из Шихова и Бульвара были идентифицированы 16 органических токсичных веществ (ПАК). Хроматографическим анализом и определены очень опасные тяжелые металлы в морской воде.

Ключевые слова: органическое вещество, метод газовой хроматографии, мониторинг окружающей среды, морская вода.

POLLUTION OF WATER SYSTEMS OF AZERBAIJAN

Gadirova E. M.

The composition of the chemical analysis was determined by taking marine water from the Sabail and Garadagh regions of Baku. Beaches and recreation centers near Baku give the basis for determining the degree of purity of sea water in those areas. For this purpose, ecological monitoring was carried out in the considered areas - 16 organic pollutants (PAC) were identified in the composition of seawater taken from Shikhov and Bulvar, chromatographic analysis was carried out and at the same time very dangerous heavy metals were designated.

Key words : organic substances, gas chromatography method, environmental monitoring, seawatern.

Introduction:

The problem of pollution of the world's ocean is the most important of today's global problems. There are many reasons: natural and, most recently, anthropogenic factors lead to pollution of common water basins. It is known from the literature that according to the latest indicators, every year 6mln tons of oil and oil products are discharged to the world ocean. Pyrogen and petrogen pollution of sea water, contamination with ballast water, and so on. causes pollution of common water basins. These hydrosphere segments are a dynamic system, which leads to a decrease and depletion of fresh water supplies over time [1].

The article considers chemical analysis of seawater taken from two points of Baku city for environment the protection.

Experimental:

Water samples were taken from the two fields with the "12 L Niskin" sample taker for analysis at depths of 0.5 m from the sea level at Shikhov and Bulvar coasts. Chromatographic analyzes were carried out by a gas chromatograph detector with a flame-ionizing GC-FID 6890 (Agilent, USA), equipped with a ZB-1 (Phenomenex, USA) device. Helium was also used as a gas-bearing in the analysis [2,3]. Identification of organic toxic substances in sea waters taken from Shikhov and Bulvar areas was carried out with the support of the Caspian Ecology Laboratory. The determination of the heavy metal ions in the seawater considered was made at the Laboratory of Sitki Kochman University in Mughla (Table.1).

Explanation of the results:

Table 1 below shows the chemical analysis of marine waters taken from Shikhov and Bulvar areas.

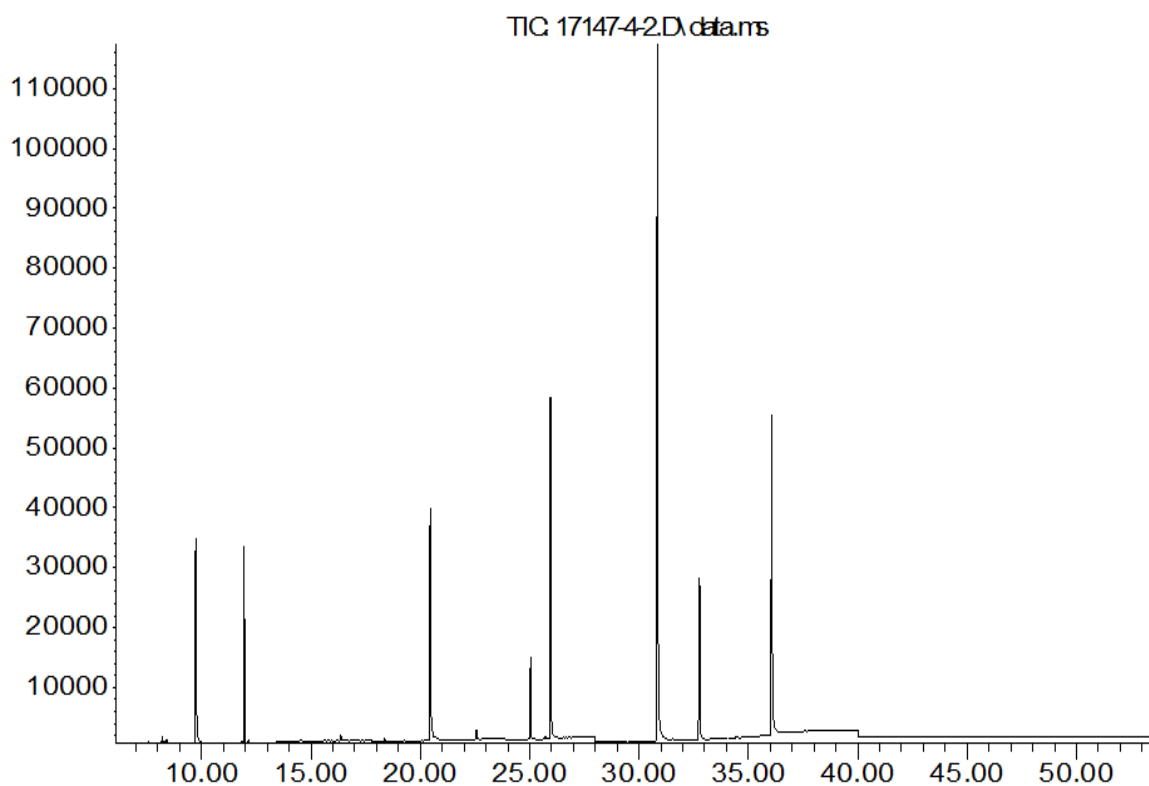
Table1. The amount of heavy metals in sea waters taken from Shikhov and Bulvar territories

Territories	Cu(ppb)	Cd(ppb)	Pb(ppb)	Mn(ppb)
Shikhov	3,614	0,993	5,397	38,222
Bulvar	2,914	0,557	4,815	39,452

The most dangerous of the heavy metals is Cd Metals. Its marine fluid density is 0.001 mg / dm³. For Cu, this limit is between 0.5 and 3.5 mkg / dm³, for Pb 0.1-1µkg / dm³, and for Mn – is 2 mkq / dm³. Heavy metals in sea water are mainly caused by wastewater, especially through the flow

of agricultural water and discharge of industrial wastes into the sea. And it has a negative impact on the flora and fauna of the sea. And entry of these heavy metals through the food chain into body leads to serious complications [4].

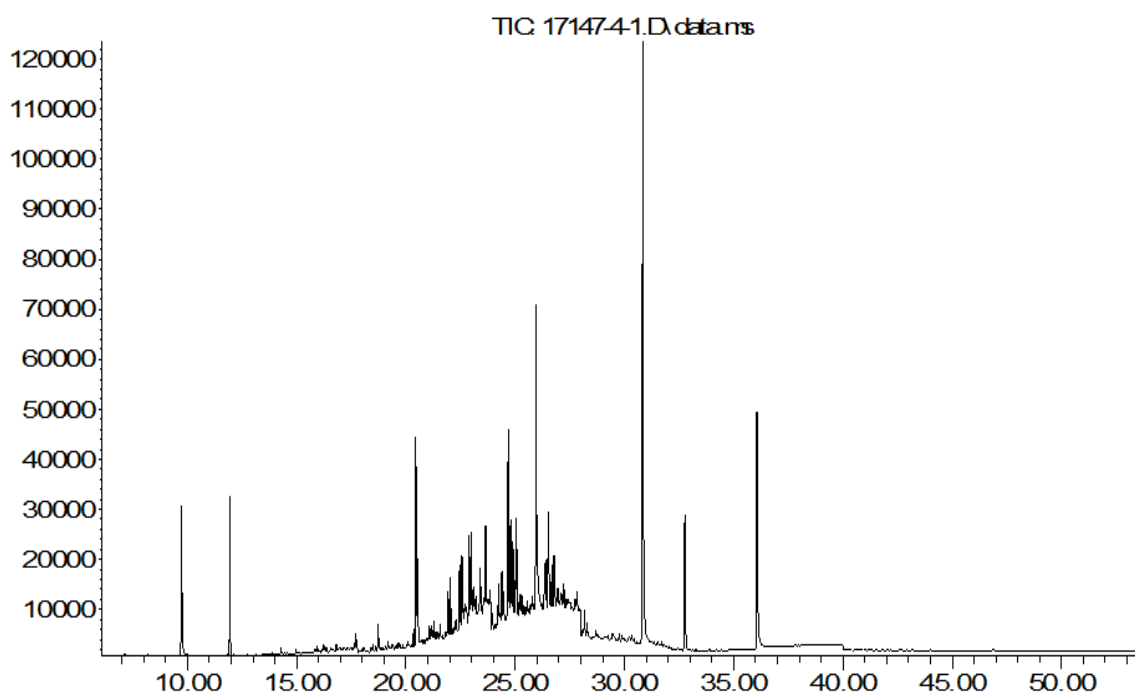
Abundance



Time-->

Picture 1 –Chromatographic analysis of seawater samples taken from Shikhov

Abundance



Time-->

Picture 2–Chromatographic analysis of seawater samples taken from Bulvar.

Table 2 – Mass spectroscopy of water samples taken from Shikhov and Bulvar region.

Polycyclic aromatic hydrocarbons, µg / l	Shikhov	Bulvar
Naphthalene	0,09	0,04
Achenthylene	<0,01	<0,01
Acenaften	0,01	0,005
Fluoren	0,04	0,07
Fenantren	0,09	0,17
Anthracene	0,01	0,01
Fluoranten	0,01	0,01
Piren	0,01	0,01
Benz (a) anthracene	<0,01	0,00
Krizen	0,02	0,01
Benz (b + j + k) fluorantene	0,01	0,03
Benz (a) pyrene	0,01	0,01
Inden (1,2,3-cd) pyrene	<0,01	<0,01
Benz (ghi) perilen	<0,01	<0,01
Dibenz (ah) antracen	<0,01	<0,01
Σ 16 Individual PAK	0,29	0,53

According to the results of monitoring conducted in 2005, more oil pollution was observed in the southern part of the Caspian Sea. In this case, pollution of water bodies with oil and oil products is undesirable, because phenol type compounds in foodstuffs such as those that are not environmentally friendly (eg, feeding with fish) and food chain have a high permissible concentration, which ultimately leads to unwanted malignant tumors in the human body [5].

While comparing the analysis in Table 2, the following results were obtained.

Based on the analysis, 16 PAC were appointed and, according to the results, the amount of naphthalene, which is very dangerous in the sample of seawater extracted from Shikhov, was approximately twice more than in water sample taken from Bulvar [6]. In general, a large amount of naphthalene can affect erythrocytes in people and even destroy them. By the International Cancer Research Society, naphthalene is classified as a substance that causes cancer in humans and animals. According to scientists, naphthalene is in the first place among toxic substances, even in the first place. From this point of view, it is called "chemical substance that cause death." This substance penetrates into the lungs through the respiratory system and makes a carcinogenic effect. Fluorene is a toxic organic substance, but no carcinogenic properties such as naphthalene have been detected. Fenantren is a polycyclic aromatic carbonyl consisting of a combination of three benzene rings. It is found in cigarette smoke purely and has irritating properties that make the skin sensitive against light. Fenantren appears as blue fluorescent white powder. According to research in America, the first discovered substance was phenanthren in investigating substances that cause genetic exposure to smokers. This toxic substance creates mutations that cause cancer. The results in the table show that the amount of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAC) in seawater received from Shikhov has been very high. Both pirogenic and petrogen pollutants play a major role here [7].

The main purpose of the environmental monitoring was the disclosure of the seawater content by conducting chemical analyzes. Continuous implementation of these monitoring in the future will be the main subject of our work.

REFERENCES:

1. Богдановский Г. А. Химическая экология / Г. А. Богдановский. – М. : МГУ. – 1994. – 237 с.
2. Hacıyeva S. R. Neft ilə çirklədilmiş suların təmizlənməsi üsulları / S. R. Hacıyeva, E. M. Qədirova, R. N. Rəfiyeva // Azərbaycan kimya jurnalı. – Bakı, 2014. – № 1. – P. 35–38.

3. Страдомская А. Г. Уровень загрязненности воды и донных отложений мелководных участков Каспия нефтепродуктами и основные пути их поступления / А. Г. Страдомская, А. Д. Семенов // Тез. Докл. Второй Всес. конф. по рыбохозяйственной токсикологии. – Т. 2. – 1991. – С. 194–195.
4. Каспийское море. Состояние Окружающей среды // Доклад временного Секретариата Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря и бюро управления и координации проекта «КАСПЭКО». – 2011. – С. 28.
5. Новиков Ю. В. Экология окружающей среды и человека / Ю. В. Новиков. – М., 2005. – С. 347.
6. Остроумов С. А. Проблемы экологической безопасности источников водоснабжения / С. А. Остроумов // Экологические системы и приборы. – 2006. – № 5. – С. 17–20.
7. Blummer M. Polycyclic aromatic compounds in nature / M. Blummer // Scientific American Journal. – 1976. – No. 234. – P. 34–45.

УДК 543.33

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕЧНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ г. СУМГАИТА

Гаджиева Севиндж Рафиг гызы, доктор химических наук, профессор, Бакинский Государственный Университет, Республика Азербайджан, г. Баку

Рустамова Ульвия Нушираван гызы, кандидат химических наук, доцент, Бакинский Государственный Университет, Республика Азербайджан, г. Баку *ulviya_rn@rambler.ru*

Алиева Тарана Ибрагим гызы, кандидат химических наук, доцент, Бакинский Государственный Университет, Республика Азербайджан, г. Баку

Йолчулу Эльнур Абдурахман оглу, Бакинский Государственный Университет, Республика Азербайджан, г. Баку

Тяжелые металлы в окружающей среде имеют своим источником предприятия металлургической, химической, легкой промышленности, а также автотранспорт. Попав однажды в окружающую среду, тяжелые металлы в результате различных химических, физико-химических, биохимических процессов включаются в миграционные процессы. При этом поверхностным водам отводится роль основного транспортного средства. В этой связи нами было исследовано содержание некоторых тяжелых металлов, а именно Hg(II), Cd(II) и Pb(II), в речной экосистеме г. Сумгаита методом ААС

Ключевые слова: тяжелые металлы, поверхностные воды, атомно-абсорбционная спектроскопия.

STUDY OF THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE ECOSYSTEM OF SUMQAYIT RIVER

Gadjiyeva S. R., Rustamova U. N., Aliyeva T. I., Yolchulu E. A.

Heavy metals in the environment originate from metallurgical, chemical, and light industries and also motor transports. Mostly in the environment, heavy metals, as a result of various chemical, physicochemical, biochemical processes, are included in migration processes. In this case, surface waters play the role of the main vehicle. In this regard, we investigated the content of some heavy metals, namely Hg (II), Cd (II) and Pb (II) in the ecosystem of Sumqayit River by the AAS method.

Keywords: surface water heavy metals, atomic absorption spectroscopy.

В водоёмы тяжелые металлы поступают обычно со стоками горнодобывающих и металлургических предприятий, а также предприятий химической и легкой промышленности, где их соединения используют в различных технологических процессах [2]. Эти предприятия загрязняют окружающую среду как аэрозольными выбросами в атмосферу, так и промышленными стоками, загрязняющими поверхностные воды.

Тяжелые металлы обладают высокой способностью к многообразным химическим, физико-химическим и биологическим реакциям. Многие из них имеют переменную валентность и участвуют в окислительно-восстановительных процессах. Тяжелые металлы и их соединения, как и другие химические соединения, способны перемещаться и перераспределяться в средах жизни, т. е. мигрировать [5].

Сумгаит является вторым по величине промышленным городом Азербайджана. С советских времен в нем функционировали предприятия химической, металлургической промышленности, предприятия оргсинтеза. Отходы этих предприятий содержат ряд тяжелых металлов – ртуть, кадмий, цинк, свинец, которые годами оседали на почву и включались в миграционные процессы.

Город Сумгаит находится в бассейне одноименной реки Сумгайтчай, имеющей несколько притоков – Гозлучай, Гуздучай, Чигилчай, Ченгичай и Кендачай. Сумгайтчай относится к «временным» рекам, так как в летний период из-за отсутствия атмосферных осадков практически полностью пересыхает. Ее длина составляет 198 км, площадь бассейна 1751 км². Она на 90 % питается дождевыми водами. Впадает непосредственно в Каспийское море недалеко от Сумгаита [4].

Специалистами по охране окружающей среды среди металлов-токсикантов выделена приоритетная группа. В нее входят кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк и хром, как металлы, наиболее опасные для здоровья человека и животных. Из них ртуть, свинец и кадмий наиболее токсичны

В целях изучения степени загрязнения этих рек тяжелыми металлами нами были проведены мониторинговые исследования для определения содержания в них Hg(II), Cd(II) и Pb(II) методом ААС [1]. С этой целью были взяты пробы воды из Сумгайтчая и всех его притоков. Пробы были взяты с разных участков и на различной глубине. Наибольшее загрязнение наблюдалось в поверхностных слоях, на глубине до 0,5 м.

Объем всех взятых проб составлял 1 л. Исследования проводились на ААС ZEE nit 700P. Во всех взятых пробах содержание Hg и Cd меньше норм ПДК. И только в пробе воды, взятой из Сумгайтчая, содержание свинца превышает установленные нормы ПДК. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица – Содержание тяжелых металлов (Hg(II), Cd(II) и Pb(II)) в пробах воды речной экосистемы Сумгаита, мкг/л

Реки	Hg(II) ПДК 0,05 мкг/л	Cd(II) ПДК 0,01 мкг/л	Pb(II) ПДК 0,03 мкг/л
Сумгайтчай	0,039	0,008	0,056
Гозлучай	0,035	0,007	0,021
Гуздучай	0,025	0,004	0,018
Чигилчай	0,032	0,006	0,009
Кендачай	0,039	0,009	0,023
Ченгичай	0,043	0,009	0,017

Как показали исследования ученых, наиболее высокое содержание металлов в поверхностном слое и меньшее – на границе раздела осадков-вода. Следует также отметить, что концентрация металлов в осадке на много порядков выше, чем в воде. Было обнаружено, что загрязнения почти всех типов сконцентрированы в основном в поверхностной пленке толщиной 100–150 мкм.

Что касается свинца, то половина от общего количества этого токсиканта поступает в окружающую среду в результате сжигания этилированного бензина. В водных системах свинец в основном связан адсорбционно со взвешенными частицами или находится в виде растворимых комплексов с гуминовыми кислотами [3]. При биометилировании, как и в случае со ртутью, свинец в итоге образует тетраметилсвинец. В организме человека свинец может накапливаться в скелете, замещая кальций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бровко А. В. Использование атомно-абсорбционной спектрометрии для определения концентрации тяжелых металлов в объектах окружающей среды / А. В. Бровко, О. В. Тихомирова // *Здоровье. Медицинская экология.* – Наука, 2016. – С. 171–176.
2. Будников Г. К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных экосистем / Г. К. Будников // *Соровский образовательный журнал.* – 1998. – № 5. – С. 23–29.
3. Komarnicki G. J. K. Lead and cadmium in indoor air and the urban environment / G. J. K. Komarnicki // *Environ. Pollut.* – 2005. – V. 136. – P. 47–61.
4. Rustamov S. Q. Водные ресурсы Азербайджана / S. Q. Rustamov, R. M. Kaşqay. – Baku : Элм, 1989. – 181 с.
5. Соколов О. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие Книга 1 / О. А. Соколов, В. А. Черников // *Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды.* – Пушкино : ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.

УДК 543.33

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ МОРСКОЙ ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ВБЛИЗИ Г. СУМГАЙТА

Гаджиева Севиндж Рафиг гызы, доктор химических наук, профессор, Бакинский Государственный Университет, Республика Азербайджан, г. Баку

Рустамова Ульвия Нушираван гызы, кандидат химических наук, доцент, БГУ, Республика Азербайджан, г. Баку, ulviya_rn@rambler.ru

Алиева Тарана Ибрагим гызы, кандидат химических наук, доцент, Республика Азербайджан, г. Баку

Йолчулу Эльнур Абдурахман оглу, БГУ, Республика Азербайджан, г. Баку

В результате антропогенного вмешательства резко возрастает содержание ТМ в природных экосистемах – в воздухе, природных водах и почве. Некоторые металлы относят к классу ксенобиотиков. Из них ртуть, свинец и кадмий наиболее токсичны. Эти металлы характеризуются способностью аккумулироваться в звеньях пищевой цепи. Попав в организм, тяжёлые металлы чаще всего не подвергаются каким-либо существенным превращениям, а, включившись в биохимический цикл, они крайне медленно покидают его. При этом они оказывают канцерогенное и мутагенное воздействие на организм. С целью экологической оценки нами исследовано содержание тяжелых металлов – Cd(II), Hg(II), Pb(II) – в морской воде и донных отложениях Каспийского моря вблизи Сумгаита методом ААС.

Ключевые слова: тяжелые металлы, поверхностные воды, донные отложения, атомно-абсорбционная спектроскопия.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF HEAVY METALS POLLUTION OF CASPIAN SEA WATERS AND BOTTOM SEDIMENTS NEAR SUMGAYIT CITY

Gadjiyeva S. R., Rustamova U. N., Aliyeva T. I., Yolchulu E. A.

As a result of anthropogenic interference, the content of heavy metals in natural ecosystems sharply increases in the air, natural water and soil. Some metals belong to the class of xenobiotics, of which mercury, lead and cadmium are the most toxic. These metals are characterized by their ability to accumulate in the links of the “food chain”. Some living organisms are capable of accumulating heavy metals in cells. Once in the body, heavy metals most often do not undergo any significant transformations, as it happens with organic toxicants, and, having entered into the biochemical cycle, they leave it very slowly. Herewith they have carcinogenic and mutagenic effect on the organism. For the purpose of environmental assessment we investigated the content of heavy metals – Cd(II), Hg(II), Pb(II) in the Caspian Sea waters and bottom sediments near Sumgayit city with the help of AAS method.

Keywords: heavy metals, surface waters, bottom sediments, atomic-absorption spectroscopy.

Город Сумгаит является вторым по величине промышленным городом Азербайджана. В нем сосредоточены предприятия химической, металлургической промышленности, предприятия оргсинтеза. В настоящее время в Сумгаите имеются приблизительно 3000 стационарных источников атмосферного загрязнения. Отходы этих предприятий содержат тяжелые металлы, органические соединения. В ходе некоторых химических процессов образуются и выбрасываются чрезвычайно ядовитые соединения, такие как диоксины и дибензофурины.

Некоторые из загрязнителей, типа тяжелых металлов и стойких органических соединений, являются устойчивыми и накапливаются в почве и пищевых продуктах. Особую озабоченность вызывают ртутные загрязнения заводом по производству хлор-алкилина, различные хлорсодержащие соединения нефтехимических отраслей, фтороводород, содержащийся в выбросах алюминиевого производства, тяжелые металлы – свинец, цинк, кадмий в составе пыли сталелитейного производства и т. д.

Донные отложения вблизи Сумгаита содержат 1–2 г углеводов, 0,5–1,0 г фенолов и 0,1–0,6 г ртути на кг. С биологической точки зрения, эти области дна рассматриваются фактически мертвыми, воздействуя на осетра и другую рыбу, которая кормится фауной морского дна. Несмотря на снижение производственных мощностей и сворачивание многих производств, накопленные в окружающей среде токсичные вещества продолжают воздействовать на здоровье населения Сумгаита.

С целью экологической оценки нами исследовано содержание тяжелых металлов – Cd(II), Hg(II), Pb(II) – в морской воде и донных отложениях Каспийского моря вблизи Сумгаита методом ААС [2]. Исследования проводились на ААС ZEE nit 700 P. Для исследования были взяты пробы промышленных и бытовых сточных вод, выбрасываемых в море, а также пробы морской воды и донных отложений вблизи Сумгаита. Результаты анализа проб промышленных и бытовых сточных вод представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в пробах промышленных и сточных вод Сумгаита, мкг/л

Металлы	Пробы промышленных отходов	Пробы бытовых отходов	ПДК
Hg(II)	1,87 ± 0,1	0,47 ± 0,02	0,05
Cd(II)	2,5 ± 0,15	2,64 ± 0,15	0,01
Pb(II)	1,53 ± 0,1	1,03 ± 0,09	0,03

Пробы морской воды были взяты с помощью батометра с различной глубины. Наибольшее загрязнение наблюдалось в поверхностном слое. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в пробах морской воды вблизи Сумгаита, мкг/л

Металлы	I проба	II проба	III проба	ПДК
Hg(II)	0,48	0,87	0,25	0,05
Cd(II)	0,22	<0,05	0,47	0,01
Pb(II)	0,18	0,07	0,3	0,03

Пробы донных отложений также были взяты с различной глубины (1, 2, 3 м) [1]. Наибольшее загрязнение наблюдалось на глубине 1 м, на границе вода-осадок. Загрязнение донных отложений нефтью четко прослеживается даже визуально. Результаты анализа проб донных отложений представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в донных отложениях Каспийского моря вблизи Сумгаита, мг/кг

Металлы	I проба	II проба	III проба
Hg(II)	0,58	0,29	0,28
Cd(II)	1,08	1,79	1,43
Pb(II)	1,14	1,26	0,72

Как показали исследования, морская вода и донные отложения вблизи Сумгаита сильно загрязнены тяжелыми металлами, что крайне негативно влияет на уникальную фауну и флору Каспийского моря.

Как известно, Hg(II), Cd(II), и Pb(II) относятся к наиболее токсичным тяжелым металлам [5]. Они обладают способностью включаться в пищевые цепи. Некоторые водоросли, грибы и бактерии способны аккумулировать ртуть в клетках. Попав в организм, тяжелые металлы чаще всего не подвергаются каким-либо существенным превращениям, как это происходит с органическими токсикантами, и, включившись в биохимический цикл, они крайне медленно покидают его [8].

В водных средах ртуть образует металлоорганические соединения типа R-Hg-X и R-Hg-R, где R – метил или этил-радикал [3]. Что касается свинца, то он, при биометилировании, как и в случае со ртутью, в итоге образует тетраметилсвинец. Водные растения хорошо аккумулируют свинец, но по-разному. Иногда фитопланктон удерживает его с коэффициентом концентрирования до 105, как и ртуть [6]. В организме человека свинец может накапливаться в скелете, замещая кальций.

Кадмий обычно проявляет меньшую токсичность по отношению к растениям в сравнении с метилртутью и сопоставим по токсичности со свинцом [4]. Порог острой токсичности кадмия варьирует в пределах от 0,09 до 105 мкг/л для пресноводных рыб. Увеличение жесткости воды повышает степень защиты организма от отравления кадмием. Как и в случае со ртутью и другими тяжелыми металлами, адсорбция ионов кадмия донными осадками сильно зависит от кислотности среды [7]. В нейтральных водных средах свободный ион кадмия практически полностью сорбируется частицами донных отложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болдырев В. Л. Атомно-абсорбционное определение токсичных тяжелых металлов в почвах и донных отложениях / В. Л. Болдырев. – Мысль, 1991. – 129 с.
2. Бровко А. В. Использование атомно-абсорбционной спектроскопии для определения концентрации тяжелых металлов в объектах окружающей среды / А. В. Бровко, О. В. Тихомирова // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2016. – С. 171–176
3. Будников Г. К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных экосистем / Г. К. Будников // Сорский образовательный журнал. – 1998. – № 5. – С. 23–29
4. Komarnicki G. J. K. Lead and cadmium in indoor air and the urban environment / G. J. K. Komarnicki // Environ. Pollut. – 2005. – V. 136. – P. 47–61.
5. Майстренко В. Н. Экологический мониторинг суперэкоотоксикантов / В. Н. Майстренко, Р. З. Хамитов, Г. К. Будников. – М. : Химия, 1996. – 320 с.
6. Мур Дж. Тяжелые металлы в природных водах / Дж. Мур, С. Рамамурти. – М. : Мир, 1987. – 286 с.
7. Тулемисова Г. Б. Исследование содержание тяжелых металлов в воде водоемов урало-каспийского бассейна / Г. Б. Тулемисова, А. Г. Амангосова, Р. Ш. Абдинов // Северо-восточный Каспий. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12–10. – С. 1900–1903;
8. Турецкая И. В. Оценка загрязнения тяжелыми металлами поверхностных вод озера в районе полигона / И. В. Турецкая, Н. И. Потатуркина-Нестерова, О. Ю. Шроль, С. В. Пантелеев, И. С. Немова // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3–3. – С. 539–541.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ РАНЕЕ
РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ
НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА Р. НЕВЫ**

Бардина Тамара Викторовна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, *Россия*, г. Санкт-Петербург, *bardinatv@mail.ru*

Чугунова Марина Валентиновна, кандидат биологических наук, ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, *Россия*, г. Санкт-Петербург, *bardinatv@mail.ru*

Экотоксикологическая оценка почвогрунтов объектов накопленного экологического ущерба, расположенных на территории водосбора водного объекта первой категории, проведена с использованием контактных методов биотестирования, обеспечивающих соприкосновение тест-организма с грунтом. Предложенные методы с использованием двух тест-организмов из разных систематических групп являются чувствительными к поллютантам и могут быть рекомендованы для оценки риска загрязнения р. Невы токсичными веществами, присутствующими в почвогрунтах.

Ключевые слова: почвогрунты, экотоксичность, биотестирование, тест-культура, фитотестирование, микроорганизмы.

**USAGE OF CONTACT BIOTESTING METHODS FOR ASSESSMENT
OF ECOTOXICITY OF SOILS OF EARLIER RECULTIVATED
OBJECTS LOCATED IN THE NEVA RIVER WATER COLLECTION
TERRITORY**

Bardina T. V.

The ecotoxicological assessment of soils of the accumulated environmental damage objects located in the territory of the Neva River reservoir with the usage of the biotesting contact methods was carried out. The offered methods with the usage of two test organisms from different systematic groups are sensitive to pollution. That is why they can be recommended for assessment of risk of the Neva River pollution by the toxic soil substances.

Keywords: soil, ecotoxicity, biotesting, test culture, phytotesting, microorganisms.

Введение. На территории водосбора р. Невы выявлены объекты накопленного экологического ущерба (НЭУ), к которым относятся ранее рекультивированные с помощью ТБО обводненные карьеры и отвалы. С течением времени на территории таких объектов образуются очаги вторичного загрязнения сложного состава. В настоящее время выявлено воздействие этих объектов на р. Неву, обусловленное поступлением в нее дренажных вод с высокой степенью загрязнения. Установить реальную токсичность почвогрунтов таких территорий, используя только химические методы, очень сложно ввиду наличия загрязняющих веществ неизвестного состава. Поэтому методы биотестирования наряду с методами аналитической химии являются обязательными в природоохранной деятельности и широко используются как в международной, так и в отечественной практике контроля за качеством почвенного покрова и отходов [4, 7, 8]. Среди других методов исследования биотестирование выполняет функцию тактического контроля происходящего загрязнения и нацелено на получение быстрого сигнала о наличии токсичности в объекте [5]. Для экотоксикологических исследований твердых сред, наряду с элюатным способом биотестирования (анализ водной вытяжки), необходимо использовать также контактный (анализ твердого субстрата) [7].

Целью нашего исследования являлось выявление степени загрязнения токсичными веществами почвогрунтов объектов, ранее подвергшихся технической рекультивации и находящихся вблизи уязвимого водного объекта, контактным способом с использованием тест-организмов из разных таксономических групп.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на двух объектах, расположенных в Ленинградской области и имеющих дренажные стоки в р. Неву. Первым объектом являлся карьер после добычи из него строительных материалов, вторым объектом – шлакозолоотвал. Оба объекта были рекультивированы с использованием ТБО. На данных объектах методами биотестирования ранее было выявлено наличие токсичности водных стоков [2].

На объекте № 1 в связи с гетерогенностью рельефа исследования проводились на 3 площадках (5 x 5 м), а на объекте № 2 – на одной площадке. Отбор смешанных проб осуществлялся из горизонтов 0–5 и 5–20 см (ГОСТ 17.4.4.02-84).

Экотоксичность почвогрунтов была исследована методами контактного биотестирования с использованием двух различных тест-культур. Контактное фитотестирование проводилась по методике, разработанной в НИЦЭБ РАН [3]. В качестве тест-культуры в ней используется пшеница мягкая (*Triticum aestivum*). Степень токсичности пробы устанавливается на основании разработанной шкалы при определении изменения всхожести семян (N_1) и роста корней (N_2) по сравнению с контрольной пробой.

В качестве второй тест-культуры использовали природный комплекс микроорганизмов, содержащийся непосредственно в пробах. Критерий при оценке токсичности почвогрунтов определяли на основе статистически значимых изменений уровня их микробного (почвенного) дыхания по сравнению с контрольным субстратом. Почвенное дыхание устанавливали по интенсивности выделения почвогрунтами CO_2 адсорбционным методом [6]. В качестве контроля служили незагрязненные почвы.

При изучении химических свойств почвогрунтов были использованы метод масс-спектрометрии для определения валового содержания тяжелых металлов и метод газовой хроматографии для определения органических токсикантов.

Результаты исследования. С помощью химических методов было установлено, что почвогрунты двух объектов по содержанию тяжелых металлов относились к слабозагрязненным. Наличие органических загрязнителей в почвогрунтах (БП, нефтепродукты, ПХБ) выявлено не было. Результаты лабораторного фитотестирования проб по двум параметрам представлены на рисунках 1 и 2.

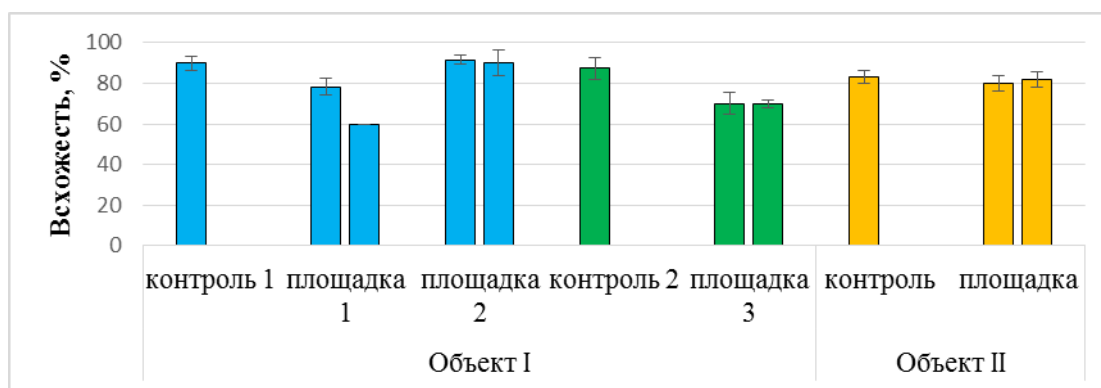


Рисунок 1 – Изменение показателя всхожести пшеницы

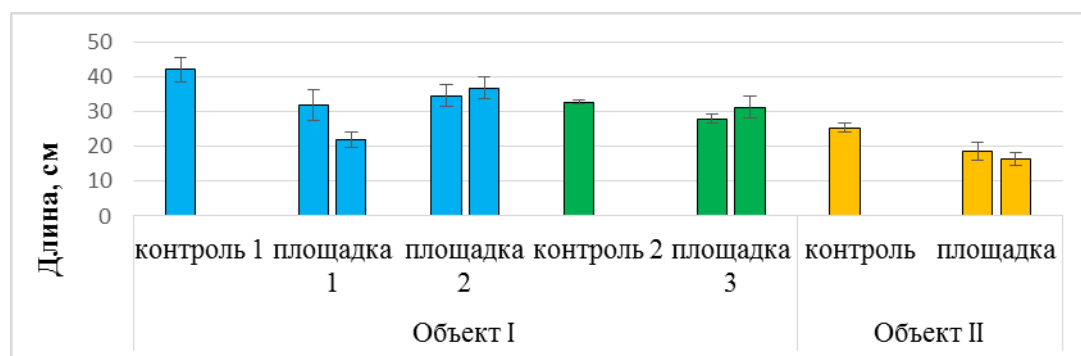


Рисунок 2 – Изменение показателя длины корней пшеницы

Согласно контактному методу, наличие фитотоксичности от малой до умеренной степени было зафиксировано на площадках 1 и 2 объекта № 1, где ранее токсичность с помощью элюатного биотестирования не выявлялась [1]. На этих же площадках токсичность была установлена и с помощью микроорганизмов (таблица 1). На площадке 3 токсичность не выявлялась. На объекте № 2 токсичность также была обнаружена только контактным методом фитотестирования, а снижения дыхания микроорганизмов не установлено.

Таблица 1 – Дыхание почвогрунтов, мг CO₂/100 г, сутки

Площадка	Глубина, см	CO ₂	t _d	N, %
Объект № 1 (карьер)				
Контроль	-	5,2±0,3		
Площадка 1	0–5	5,1±0,4	0,20	-1,9
	5–20	1,6±0,1	11,25	-69,2
Площадка 2	0–5	3,6±0	5,33	-30,8
	5–20	4, ±40,3	1,91	-15,4
Площадка 3	0–5	7,0±0,2	5,00	+34,6
	5–20	5,1±0,2	0,28	-1,9
Объект № 2 (шлакозолоотвал)				
Контроль	-	31,1±1,6		
Площадка 1	0–5	28,0±1,5	1,42	-10,0
	5–20	36,5±2,5	1,82	+17,5
Примечания: n=4, P=0,95, t _{st} =2,45; N – степень изменения биологической активности почвогрунтов по сравнению с контрольным образцом				

Заключение. Применение методов биотестирования позволяет получить быстрый сигнал о возможном загрязнении дренажного стока. Установлено, что проведения элюатного биотестирования недостаточно для адекватной оценки экотоксичности объектов НЭУ, необходимо также использовать контактные методы. Используемые при контактном биотестировании тест-культуры имели различную чувствительность к загрязняющим веществам: так, более чувствительный отклик был получен на семенах пшеницы. Однако для выявления экологического риска загрязнения дренажных вод поллютантами из почвогрунтов объектов НЭУ, при рекультивации которых применяли ТБО, необходимо проводить контактное биотестирование как минимум двумя методами с использованием тест-культур из разных систематических групп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бардина В. И. Анализ экотоксичности почвогрунта рекультивированного карьера с использованием ТБО элюатными методами биотестирования / В. И. Бардина, Т. В. Бардина, В. В. Кулибаба // Экологическая безопасность: проблемы и пути решения : Сб. тез. и докл. Междунар. науч.-практ. конф., 2018 г., СПб, 2018. – Изд-во: Научное издание. – С. 32–33.
2. Кулибаба В. В. Рекультивированные карьеры Приневской низменности – специфическая разновидность объектов накопленного экологического ущерба / В. В. Кулибаба, В. В. Петухов, Е. И. Зинатулина, Е. С. Меринова // Региональная экология. – № 1(43). – 2016. – С. 7–13.
3. Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв. ФР.1.39.2006.02264
4. Олькова А. С. Биотестирование в научно-исследовательской и природоохранной практике России / А. С. Олькова // Успехи современной биологии. – 2014. – Т. 134. – № 6. – С. 614-622.
5. Терехова В. А. Применение фитотестирования для решения задач экологического почвоведения / Терехова В. А., Воронина Л. П., Николаева О. В. [и др.] // Использование и охрана природных ресурсов в России. – Бюллетень, 2016. – № 3. – С. 37–41.

6. Alef K. 1995. Soil respiration. In Alef K, Nannipieri P, ed, Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press, Harcourt Brace & Company, London, UK, pp 214–219.
7. Alvarenga P, Palma P, de Varennes A, Cunha-Queda AC. 2012. A contribution towards the risk assessment of soils from the São Domingos Mine (Portugal): Chemical, microbial and ecotoxicological Indicators. Environ Pollut 161:50–56.
8. ISO 19204:2017. Soil quality. Procedure for site-specific ecological risk assessment of soil contamination (soil quality TRIAD approach).

UDC: 543.546: 631. 633

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Гаджиева Севиндж Рафик, доктор химических наук, профессор, Бакинский государственный университет, *Азербайджан, Баку*

Гадирова Эльмина Мусрат, кандидат химических наук, доцент, Бакинский государственный университет, *Азербайджан, Баку*

Байрамов Гияс Ильяс, доктор химических наук, профессор, Бакинский государственный университет, *Азербайджан, Баку*

Фенолы являются одним из наиболее распространенных загрязнений, поступающих в поверхностные воды со стоками предприятий нефтеперерабатывающей, сланцеперерабатывающей, лесохимической, коксохимической, анилиноокрасочной промышленности, в результате лесосплава, а также со стоками гидролизной промышленности. Во время нефтепереработки в процессе каталитического и термического крекинга образуются загрязненные воды с фенольными производными, которые очень опасны для окружающей среды. Для анализа таких вод были взяты 3 образца из точек Нефтеперерабатывающего Завода (НПЗ), и с помощью аналитических методов были исследованы фенольные производные в загрязненных водах.

Ключевые слова: органические соединения, нефть, нефтепереработка, фенол, сточные воды.

CHEMICAL ANALYSIS OF WASTEWATER OF THE REFINING INDUSTRY

Hajiyeva S. R., Gadirova E. M., Bayramov G. I.

It is known that, phenol and its derivatives are major pollutants that contaminate the water pools. Phenols are one of the most common pollutants entering surface water from the effluent of oil refineries, shale refineries, wood chemical, coke chemical, paint and varnish industries, as a result of rafting, as well as from hydrolysis industry drains. During oil refining in the process of catalytic and thermal cracking, polluted waters with phenolic derivatives are formed, which are very dangerous for the environment. For the analysis of such waters, 3 samples were taken from the points of the Oil Refining Plant (Refinery) and, using analytical methods, we studied phenol derivatives in polluted waters.

Key words: organic compounds, petrol, block, phenol, wastewater and etc.

In sewage waters of industrial enterprises, the content of phenols can exceed 5–10 g / l in very diverse combinations, while the maximum allowable concentration of phenols in drinking water and fishery reservoirs is 1 µg / l. Phenol concentrations are especially high inside the effluent of coke-chemical plants – up to 20 g / l, while a modern coke-chemical plant discharges up to 4–10 tons of phenol per day into reservoirs.

Exceeding the natural background of phenol can serve as an indicator of the water reservoirs pollution. In phenol-contaminated natural waters, their content can reach tens and even hundreds of micrograms in 1 liter [1–2].

However, according to the experts, the presence of phenols in the air leads to circulatory system diseases. Phenol derivatives are very toxic: nitrophenolic compounds – nitrocene (carboniferous phenols), dinitrophenol, etc. These compounds are used as insecticides, fungicides and herbicides [3–4].

Influencing on the oxidative processes in tissues, they cause dissociation of oxidative forcing, which, in turn, enhances the processes of cellular oxidation, increases the oxygen demand of tissues and disrupts heat production and thermoregulation. In reservoirs, the maximum allowable concentration for phenol is 0.001 mg/l. Thus, the content of phenols in the shallow water areas of the Caspian Sea – one of the most polluted ponds – reached 8 µg/l. The average content of phenols in the water of the Northern Caspian reaches 6 µg/l, and the average value for the waters of this region is 3 µg/l. Phenols are chemically unstable, and undergo active decay in an aqueous medium. The process of self-purification of water from phenols proceeds along the path of biochemical oxidation under the influence of enzymes produced by microorganisms [5]. Simple phenols are prone to biochemical oxidation.

The destruction of phenols takes place fairly quickly at a concentration of more than 1 mg / l and phenol loss is 50-75% in a three days, however, at a concentration of several tens of micrograms in 1 liter this process slows down and the loss for the same duration is 10-15%. The fastest of all is the destruction of phenol proper, more slower cresols, even slower xylenol. Polyatomic phenols are destroyed mainly through chemical oxidation. The presence of oil pollution slows the decay of phenols, as biodegradation of petroleum hydrocarbons forms its own phenols, increasing the overall picture of contamination [6].

The concentration of phenols in surface waters is subject to seasonal changes. During the summer period, the content of phenols decreases (with increasing temperature, the rate of decay increases) [7]. The process of self-purification of reservoirs from phenol proceeds relatively slowly and its traces can be carried away by the flow of the river over long distances, therefore, before discharge, the phenol-containing reservoirs are exposed to sufficient purification [8].

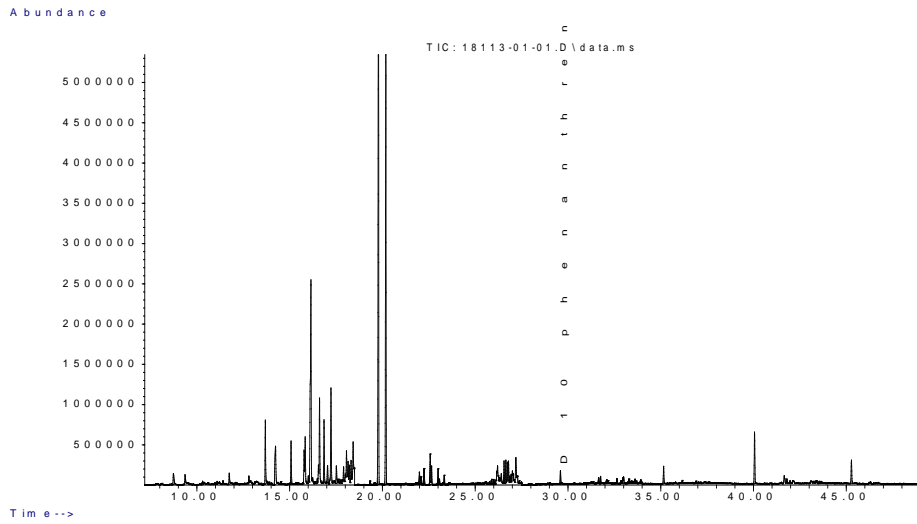
As we already know, in order to get rid of phenolic compounds in wastewater, it is possible to apply the modification of the Klibanov method with the use of peroxidase and talc. Peroxidase degrades phenolic compounds to polyphenols which is insoluble in water [9]. When this method is modified, namely when talc is added to the reaction mixture, the insoluble reaction products on the talc are absorbed and precipitated out of the solution. Due to this method, it is possible to completely remove the phenol from the solution, as well as to remove the reaction products. Initially, polyvinylpyrrolidone was used to remove phenolic compounds. In connection with the relative cheapness talc is being used [10].

Practical part of the work. We used mass spectroscopy for the analytical determination of contaminated water taken from an oil refinery. Our goal was to determine mainly the phenol in the samples. Dichloroethane for (GC-MS) was used for water extraction. After that, phenol was determined on samples 1,2,3. For more accurate analysis, mass chromatography was carried out. The amount of phenol was determined by mass chromatography, and outweighed the MPC (table 1).

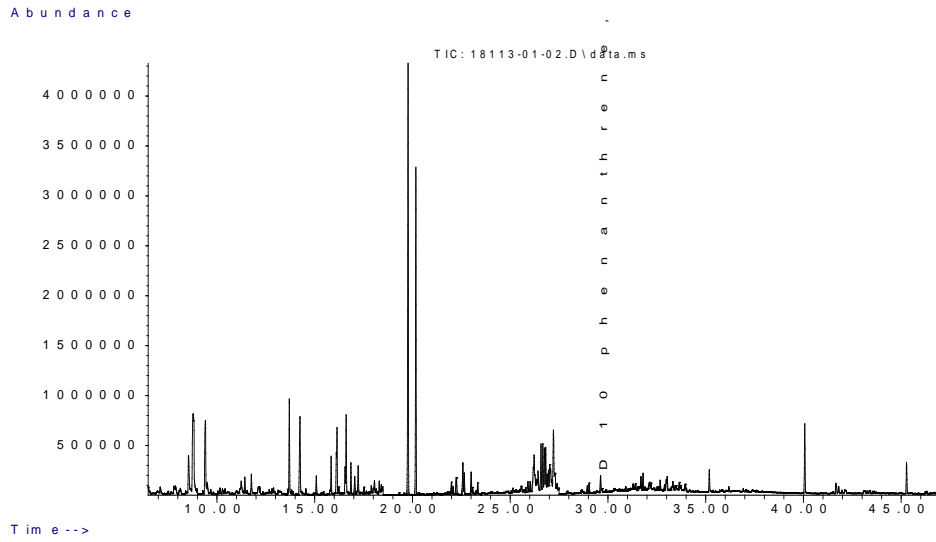
Water samples were extracted into a separatory funnel. Before the extraction, the hydrogen index of the samples was reduced to pH <4. Methylene chloride was used as solvent. To prevent contamination of the extracts, samples were analyzed using a dichloromethane solvent (Rathburn, Scotland) with chromatographic purity [18-20]. As internal standard, two deuterated polycyclic aromatic compounds, naphthalene-d8 and phenanthrene-d10 (Cambridge Isotope Laboratories, Inc., Andover, USA) were added to all samples. Extraction was carried out three times. The obtained extracts were combined in round-bottomed flasks and concentrated firstly on a rotary evaporator at a water bath temperature of 35 ± 5 °C to a volume of 5 ml, then under a thin stream of nitrogen. Concentrated extracts were transferred to samplers in a volume of 1 ml.

A chemical analysis of water samples was carried out on a GC-MSD gas chromatograph 6890N with a highly efficient mass-selective detector-Agilent 5975 from Agilent Technologies (USA). During the analysis of the samples, solvents were used with a chromatographic level of purity.

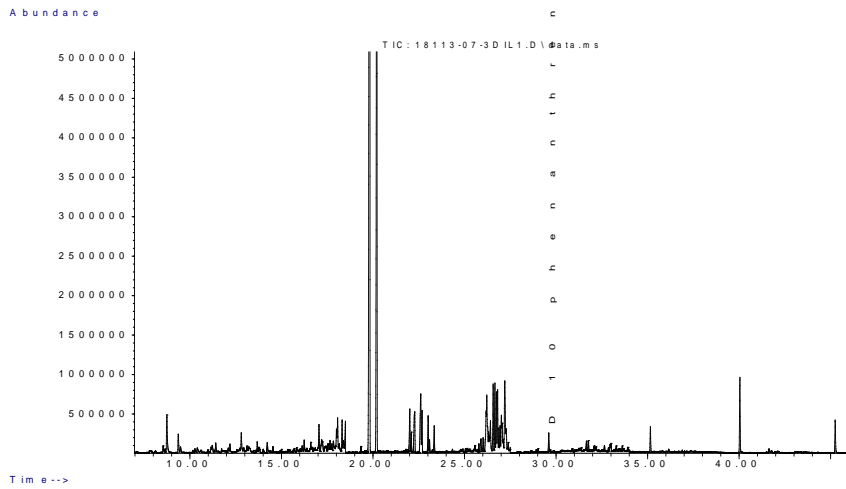
The discussion of the results. Below, mass chromatography of these samples were carried out: (picture 1, 2, 3).



Picture 1 – Mass chromatography of wastewater -1



Picture 2 – Mass chromatography of wastewater- 2



Picture 3 – Mass chromatography of wastewater -3

Table 1 – The amount of phenol in the samples taken from the refinery

Determinable substances 1mcg/l	1	2	3
Phenol	5.33	5.66	1.45
o-cresol	0.76	0.26	0.16
2-nitrophenol	0.59	0.48	0.08
2,4-dimethylphenol	31.99	8.71	0.20
m,p-cresol	20.59	3.81	0.85
2,6-dichlorphenol	1.14	0.67	1.80
4-chloro-3-methylphenol	0.63	0.43	0.69
2,4,5-TCP	0.48	0.28	0.18
2,4,6-TCP	0.14	0.04	0.25
Total phenols	62.19	20.77	5.722

At concentrations of 75 mg / l phenol inhibits the biological purification process in the pond; at a concentration of 0.01-0.1 mg / l, an unpleasant taste appears in the meat of fish; the unpleasant taste and smell of water disappear only when the phenol is diluted to a 0.11mg/ l concentration. In surface waters, phenols can be in a dissolved state in the form of phenols, phenolate ions and free phenols. Phenols in water can enter condensation and polymerization reactions, forming complex humus-like and other fairly stable compounds). As can be seen from Table 1, the quantity of taken phenols increases: 1.45-5.33-5.66 75 mg / l. The amount of phenol increases at the samples 1 and 2, since these contaminated waters were taken from the initial stage of the cracking process at the refinery. The amount of phenol at the total yield was 1.45 mg / l; as we see in the third trial, the amount of toxic substance decreases due to dilution. Such contaminated water must be cleaned, and after the flow of water can be poured into water resources. The maximum permissible concentration (MPC) of phenol should not exceed 0.1 mg / l in water resources, and in other case, it is already a serious reason for the flora and fauna of water resources [11-12].

In conclusion, we can say that phenol and phenolic derivatives were calculated in the analyzed samples, and in the future we will examine effective and new ways of purifying phenol from polluted waters that are released into water resources. In the future, methods of cleaning using nanoparticles will be considered.

LITERATURE

1. General Ecology: Textbook // A. S. Stepanovsky // M. UNITY. – 2000. – 510 p.
2. Albert A. Temperature is the key to altitudinal variation of phenolics in *Arnica montana* L. cv. ARBO / A. Albert, V. Sareedenchai, W. Heller, H. K. Seidlitz, C. Zidorn // *Oecologia*. – 160: 2009. – P. 1–8.
3. Rivero R. M. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants / R. M. Rivero, J. M. Ruiz, P. C. García, L. R. López-Lefebvre, E. Sánchez et al. // *Plant Sci*. – 160: 2001. – P. 315-321.
4. Orlov D. S. Ecology and Biosphere Protection in Chemical Pollution: Proc. allowance // D. S. Orlov, L. K. Sadovnikova, I. N. Lozanovskaya. – Moscow : Higher School, 2002. – 334 p.
5. Kováčik J. Dynamics of phenolic acids and lignin accumulation in metal-treated *Matricaria chamomilla* roots / J. Kováčik, B. Klejdus // *Plant Cell Rep* 27: 2008. – P. 605–615.
6. Hajiyeva S. R. Methods for cleaning water contaminated with oil / S. R. Hajiyeva, E. M. Gadirova, R. N. Rafiyeva // *Azerbaijan Chemistry Journal*, Baku, 2014. – №1. – P. 35–38.
7. Каспийское море. Состояние Окружающей среды // Доклад временного Секретариата Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря и бюро управления и координации проекта «КАСПЭКО». – 2011. – 28 с.
8. Новиков Ю. В. Экология окружающей среды и человека / Ю. В. Новиков. – М., 2005. – 347 с.
9. Проблемы экологической безопасности источников водоснабжения. Экологические системы и приборы. – 2006. – № 5. – С. 17–20.

10. Tolosa I. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments / I. Tolosa, S. de Mora, M. R. Sheikholeslami, J. P. Villeneuve, J. Bartocci, C. Cattini // *Marine Pollution Bulletin*. – 2004. – Vol. 48. – Is. 1–2. – Publisher: Elsevier. – P. 44–60.

11. De Mora S. Organochlorinated compounds in Caspian Sea sediments / S. De Mora, J. P. Villeneuve, M. R. Sheikholeslami, C. Cattini, I. Tolosa // *Mar Pollut Bull*. – 2004. – Jan. – 48(1–2):30–43.

12. Kostianoy Ed. A. The Caspian Sea Environment / Ed. A. Kostianoy, A. Kosarev, A. Korshenko, A. G. Gul // *Water Pollution Pollution of the Caspian Sea*. – Hdb. Env. Chem. – Vol. 5. – Part P, Springer-Verlag. 2005. – P. 109–142.

УДК 543.38

ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕКИ КИЗАНЬ (РУКАВ ВОЛГИ) В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ СОКОЛОВСКИХ НЕФТЕЯМ

Мельник Ирина Викторовна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Россия, г. Астрахань, *irina_Imelnik@mail.ru*

Обухова Ольга Валентиновна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Россия, г. Астрахань, *obukhovaov@yandex.ru*

Дроздова Алена Евгеньевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Россия, г. Астрахань, *alenichka_1991@mail.ru*

Южалина Анастасия Андреевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Россия, г. Астрахань, *yuzhalina_an@mail.ru*

Река Кизань (рукав Волги) – это водоем высшей рыбохозяйственной категории, являющийся источником хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения. При этом он подвергается загрязнению нефтепродуктами от Соколовских нефтешламонакопителей уже в течение длительного времени. В результате исследований установлено, что содержание нефтепродуктов на прилегающей к нефтямам акватории превышает ПДК в 3–5 раз, при этом численность и биомасса бентосных организмов здесь имеет минимальные значения.

Ключевые слова: река Кизань, Соколовские нефтямы, нефтепродукты, ПДК, полициклические ароматические углеводороды, бентоценоз.

CONTAMINATION OF REVER KIZAN (SLEEVE OF VOLGA) IS IN DISTRICT OF LOCATION OF SOKOLOWSKI OF WASTE OIL PITS

Melnik I. V., Obukhova O. V., Drozdova A. E., Yuzhalina A. A.

River Kizan (sleeve of Volga) is a reservoir of higher category, being the source of the economic-drinkable and cultural and welfare setting. Thus he is exposed to oil pollution from Sokolowski of waste oil pits already during great while. It is set as a result of researches, that maintenance of oil products on adherent to the oil pits aquatorium exceeds PDK in 3-5 times, here a quantity and biomass of benthos organisms have minimum values here.

Keywords: the river Kizan, Sokolowski of waste oil pits, oil products, PDK, poliaromatic hydrocarbons, benthos.

Введение. В настоящее время масштабы воздействий на окружающую среду в ряде регионов России достигли таких пределов, при которых нарушаются основные функции экологических систем, обеспечивающих состояние их равновесия и устойчивого функционирования. Ситуация усугубляется наличием значительного количества объектов прошлой хозяйственной деятельности, или иными словами – накопленного экологического ущерба. Астраханская область не является исключением. На ее территории выявлен ряд таких объектов, нуждающихся в безотложной реабилитации, к которым отнесены и Соколовские нефтяные

ямы с давним историческим прошлым, начавшимся еще в период зарождения нефтяного бизнеса в Астраханской губернии (начало 20-го в.).

Материалы и методы исследований. Соколовские нефтяные месторождения располагаются на береговой части р. Кизань – рукава дельты Волги, являющейся уникальным природным образованием, не имеющим аналогов в мире по своим биопродукционным функциям и разнообразию генофонда. Кроме того, река является источником хозяйственно-питьевого водоснабжения и водотоком высшей рыбохозяйственной категории.

Нефтяные месторождения (№ 1 и № 2) находятся в районе слияния реки Волги и ее рукава Кизань в границах прибрежных защитных (50 м) и водоохранных зон (200 м). Первая (нефтяная месторождение № 1) на востоке граничит с песчаным пляжем на берегу р. Волги, на севере граница участка представлена береговой частью рукава Кизань, а вторая (нефтяная месторождение № 2) – северной границей примыкает к его береговой линии. Интенсивный размыв береговой полосы привел к частичному обрушению берега и размыву мазутных ям, в результате чего происходит загрязнение реки нефтепродуктами.

Астраханский государственный технический университет (кафедра «Гидробиологии и общей экологии») с 2015 года осуществляет экологический мониторинг в районе расположения нефтяных месторождений. В целях определения содержания в воде нефтепродуктов были отобраны пробы на расстоянии 20 и 100 м от берега (с научно-исследовательского судна университета) в местах расположения нефтяных месторождений. Всего точек отбора проб воды было 5:

1. Кизань (пляж, контроль);
2. Кизань, нефтяная месторождение №1;
3. Кизань, нефтяная месторождение №2;
4. Кизань, 500 м ниже по течению от нефтяных месторождений;
5. Кизань, 1000 м ниже по течению от нефтяных месторождений.

В качестве контроля использовались точки, располагающиеся в рекреационной зоне (пляж) – 100–150 м от нефтяных месторождений.

Лабораторные исследования проб воды на содержание нефтепродуктов и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) были проведены по гостированным методикам (ПНД Ф 14.1:2.4.128-98; ПДН Ф 16.1:2.2.3:3.62-09). Отбор проб и обработку зообентоса проводили с использованием общепринятых методик [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты проведенных исследований показывают, что во всех пробах, взятых на расстоянии 20 м от берега, содержание нефтепродуктов превосходит ПДК. Минимальное превышение (в 1,2 раза) зарегистрировано в контрольном варианте в районе пляжа, максимальное (в 5,6 раза) – на расстоянии 1 км от нефтяных месторождений (ниже по течению) (таблица 1).

Таблица 1 – Превышение содержания нефтепродуктов (доли ПДК)

№ точки взятия проб	ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения (мг/дм ³)	Превышения содержания нефтепродуктов (доли ПДК)	
		Пробы с судна 100 м от берега	Пробы в 20 м от берега
1	0,05	1,2	1,2
2		0,8	3,6
3		1,0	4,2
4		1,0	2,6
5		0,6	5,6

В контроле во всех пробах отмечалось незначительное превышение ПДК (в 1,2 раза).

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о прямом непосредственном воздействии Соколовских нефтяных месторождений на загрязнение воды нефтепродуктами на водной акватории р. Кизань. Данное обстоятельство представляет особый интерес, так как вода р. Кизань

на всем своем протяжении используется различными населенными пунктами, дачными поселками, детскими лагерями, Кизанским осетровым рыбоводным и др. Первая водонасосная станция находится сразу после нефтяной ямы № 2.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) относятся к супертотксичным органическим веществам, обладающим мутагенными и канцерогенными свойствами [2]. Результаты проведенных нами исследований показали, что наиболее приоритетными для данного участка р. Кизань являются три ПАУ – флуорен, фенантрен, аценафтен, из которых нормируется только фенантрен (ПДК 40000 нг/л). Максимальные концентрации полиароматических углеводородов были по флуорену $0,038 \pm 0,016$ мкг/дм³ в районе нефтяной ямы № 1; по фенантреноу $0,016 \pm 0,007$ мкг/дм³ в районе нефтяной ямы № 2; по аценафтену $0,012 \pm 0,0048$ мкг/дм³ на расстоянии 1000 м от нефтяной ямы № 2 (таблица 2).

Присутствие аценафтена в воде в километровом отдалении от нефтяной ямы, а также повышение концентраций флуорена и фенантрена на дальнем расстоянии от берега (100 м) свидетельствует о высокой миграционной активности данных ПАУ.

В экосистемах, постоянно загрязняющихся нефтью и нефтепродуктами, формируются специфические сообщества бентосных организмов. Подобные загрязнения приводят к перестройке бентосных сообществ, как в морских, так и в пресноводных экосистемах [3].

Таблица 2 – Содержание ПАУ (мкг/дм³) в пробах воды р. Кизань в исследуемом районе

№ точки взятия проб	Содержание ПАУ, мкг/дм ³					
	Флуорен		Фенантрен		Аценафтен	
	20 м от берега	Судна 100 м, от берега	20 м от берега	Судна, 100 м от берега	20 м от берега	Судна 100 м от берега
1	$0,008 \pm 0,003$	$0,009 \pm 0,004$	<0,006	<0,006	<0,006	$0,0087 \pm 0,0035$
2	<0,006	$0,038 \pm 0,016$	<0,006	$0,013 \pm 0,005$	<0,006	<0,006
3	$0,010 \pm 0,002$	$0,009 \pm 0,004$	<0,006	$0,016 \pm 0,007$	<0,006	$0,0081 \pm 0,0032$
4	<0,006	<0,006	$0,007 \pm 0,003$	$0,007 \pm 0,003$	$0,0085 \pm 0,0034$	<0,006
5	<0,006	<0,006	<0,006	$0,012 \pm 0,005$	$0,0120 \pm 0,0048$	<0,006

Результаты проведенного гидробиологического мониторинга показывают, что в результате длительного негативного воздействия нефтешламонакопителей сложился устойчивый бентоценоз с превалированием представителей малощетинковых червей кл. *Oligochaeta*. При этом отмечено значительное снижение численности и биомассы макрозообентоса в местах непосредственного влияния загрязнения, при этом устойчивы к такому высокому загрязнению только представители класса *Oligochaeta*, а также кл. *Crustacea* (*Niphargoides robustoides*, *N. deminutus*). Единичные экземпляры моллюсков кл. *Gastropoda* (*Viviparus viviparus*, *Lithoglyphus naticoides*) были обнаружены нами только в контроле и на расстоянии 1000 м ниже по течению от нефтяной ямы № 2.

В целом, численность зообентоса за исследуемый период колебалась в пределах 0–0,5 тыс. экз/м², биомасса – 0–3,9 г/м² (рисунки 1, 2). Отмечена сезонная динамика количественных и качественных показателей гидробионты, заключающаяся в том, что в сентябре за счет большого количества ракообразных численность и биомасса организмов несколько выше, чем в августе и октябре. Восстановление качественного и количественного состава макрозообентоса происходит только на расстоянии 1000 м ниже по течению от 2-й нефтяной ямы.

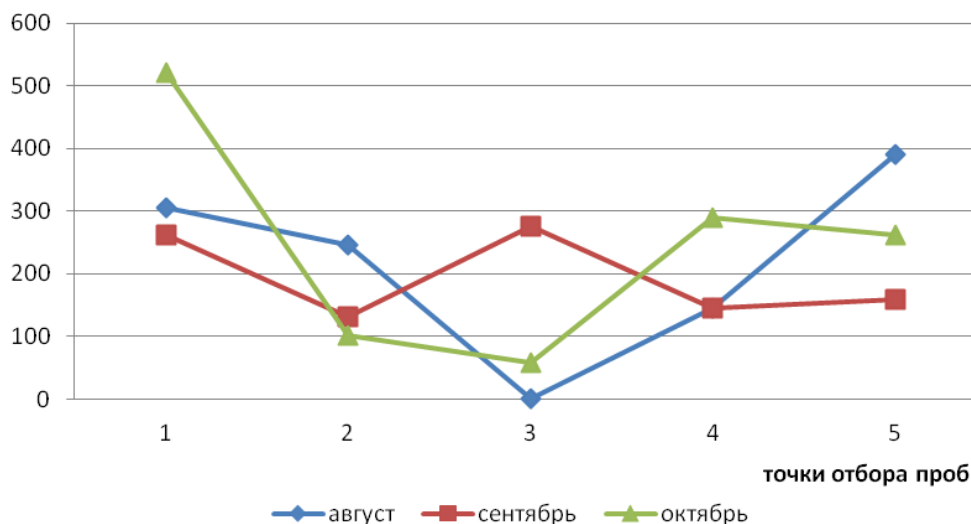


Рисунок 1 – Сезонная динамика численности бентоса, экз / м²

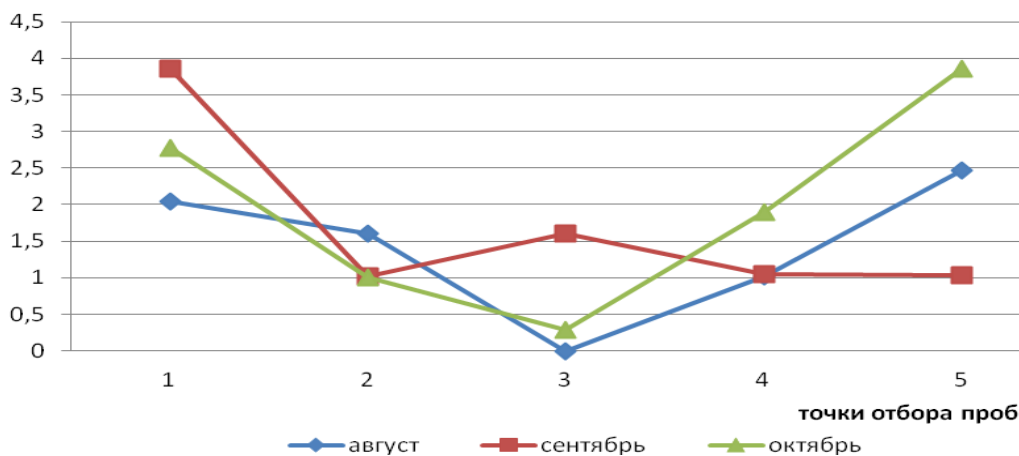


Рисунок 2 – Сезонная динамика биомассы бентоса, г / м²

Заключение.

Соколовские нефтяные месторождения оказывают прямое непосредственное воздействие на загрязнение воды р. Кизань нефтепродуктами. В результате длительного негативного воздействия нефтешламонакопителей сложился устойчивый бентоценоз, значительное снижение численности и биомассы которого наблюдается в местах непосредственного влияния загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г. Методические рекомендации по обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / Г. Г. Винберг, Г. М. Лаврентьев. – Л. : Зоол. ин-т АН СССР, 1984. – 52 с.
2. Смола В. И. ПАУ в окружающей среде: проблемы и решения: в 2-х ч. / В. И. Смола. – М. : Полиграфсервис, 2013. – Ч. 1 – 384 с.
3. Тарасова О. Г. Зообентос коренного русла Волги в условиях современного нефтяного загрязнения / О. Г. Тарасова, Н. В. Карыгина // Вестник АГТУ. Сер. : Рыбное хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 71–77.

СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ГРУЗСКАЯ

Жуков Сергей Петрович, кандидат биологических наук, ГУ «Донецкий ботанический сад», ДНР, г. Донецк, ser64luk@yandex.ru

Среднее течение р. Грузская является естественно выделяющейся ландшафтной структурой и может служить модельным объектом изучения проблем речных систем в регионе. Загрязнение и деградация бассейна реки связано с широким спектром объектов: горнодобывающих, сельскохозяйственных, инфраструктурных.

Ключевые слова: отходы, фитоценоз, сукцессия, разработки угля, шламоотстойники, породные отвалы, засоление почв.

STATUS OF THE ECOSYSTEM THE MIDDLE REACHES OF THE RIVER GRUZSKAIA

Zhukov S. P.

The middle flow of the Gruzskaya river is a naturally distinguished landscape structure and can serve as a model object for the study river systems problems in the region. Pollution and degradation of the river basin is associated with a wide range of facilities: mining, agriculture, infrastructure.

Keywords: waste, phytocenosis, succession, coal mining, sludge sedimentation tanks, rock dumps, soil salinization.

Донецкий край является наиболее антропогенно трансформированным регионом в Европе и СНГ. Так, 4 млрд т. накопленных отходов, в том числе опасных, занимают около 2 % территории. При этом они распределены неравномерно, в соответствии с высокой степенью урбанизации (>90%). Недостаточность водных ресурсов усугубляется их засоленностью (так, только сульфатов и хлоридов в 2009 г. сброшено 606 и 290 тыс. т), а общие объемы сброса промышленных и шахтных сточных вод сопоставимы с речным стоком [1]. В полной мере эти проблемы относятся к такой реке, как Грузская, протекающей через города Макеевка и Донецк. Исследования проводились нами в 2017–2018 гг. экспедиционными выездами с использованием общепринятых геоботанических методов исследования [2, 3, 5].

Реку Грузскую по особенностям выявленных экосистем можно разделить на несколько фрагментов, из которых наиболее интересным оказался участок ее среднего течения, который идет от ул. Магистральной в направлении с северо-запад-западо на юго-восток до следующего поворота у пгт. Грузско-Зорянское к югу и юго-западу. Протяженность этого фрагмента реки порядка 15 км. Однообразное влияние природно-климатических факторов на этом участке при закономерном изменении экотопов по профилю долины реки позволяют говорить о ландшафтной целостности этого территориального выдела. В то же время тут выявлены разнообразные формы техногенного воздействия, связанные с деятельностью горнодобывающей промышленности, объектов инфраструктуры населенных пунктов, заброшенных и нарушенных земель, сельскохозяйственных предприятий и др. (рисунок 1). Представлены также природные и слаботрансформированные территории на различных стадиях восстановления растительности, особенно в нижней части. Заметные площади занимают накопленные отходы, обычно в виде закрытых отвалов и отстойников. Почвы на плакоре обычно черноземы типичные среднегумусные, склоновые участки часто эродированы, местами до каменистых обнажений.

В верхней части этого участка реки ранее располагались жилые и дачные поселки, от которых сохранились остатки строений и насаждения (№ 1 на рисунке). Правый приток проходит через заброшенный шламоотстойник шахты (2) с примыкающим к нему необорудованным полигоном твердых бытовых отходов. На шламе формируются монодоминантные маловидовые сообщества *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. У реки встречаются ценозы лугового типа, трансформированные выпасом, переходящие в обедненные видами прибрежно-водные сообщества. Выше по долине в глубине поселка имеются породные отвалы, частично рекультивированные (7). Естественная растительность сохранилась в этом участке

реки только на крутом правом берегу (5). Дальше находится действующая шахта и ее отвалы (15 га, 10), а также заброшенные (3) и эксплуатируемые (22) поля. Действующие шламоотстойники (4) образуют каскад площадью порядка 40 га.

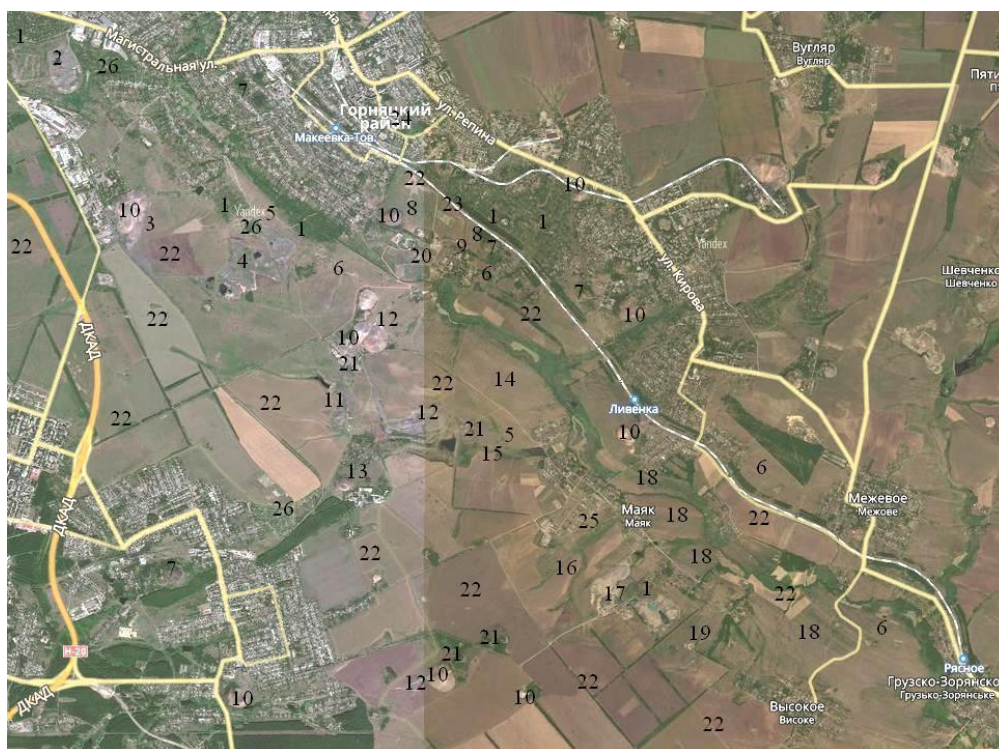


Рисунок 1 – Расположение нарушенных земель в среднем течении р. Грузская. Цифрами отмечены различные объекты, описанные в тексте

Кладбища (26) есть на всем протяжении долины, более крупные примыкают к городским районам, от которых идут стоки на предприятие водоочистки (9), выше которого эродированные земли (8) ниже железной дороги (23) также отданы под кладбища. По склонам встречаются незаконные разработки угля, так называемые «копанки» (6), с отвалами вокруг. Размеры их от нескольких метров до карьерно-отвалных комплексов возле пгт. Маяк (17) протяженностью в 1 км с отдельными разрезами до 300 м. Большие только начинают зарастать рудеральными видами, а на мелких «копанках» восстановление растительного покрова становится близким к сукцессии местных сообществ. Заметную роль в сообществах играют, например, такие степные виды, как *Festuca valesiaca* Gaudin и *Marrubium praecox* Janka, поэтому структура сообщества тут значительно отличается от таковой на породных отвалах шахт, где такие виды находятся на завершающих стадиях сукцессии, а не идут вслед за пионерами зарастания. Но даже с учетом таких стремящихся к естественности объектов, в среднем по всем описаниям нарушенных земель доля одно- и малолетников составляет 41 %, а синантропных видов – 61 %.

Промплощадки ликвидированных шахт и породные отвалы конической формы (21 и 10) часто занимают значительные площади, объекты в центре например, около 10 и 18 га. Обычно и часть прилегающей территории засыпана породой (13 и 15). На незеленных отвалах происходит вымывание солей и их сток на окружающие поля, что приводит к засолению почв (12). Так, сток с отвалов шахты № 12 «Наклонная» имеет протяженность водотока около 500 м, и местами ширина засоленной полосы превышает 20 м, местами корка соли летом превышает в толщину 1 см. Общая площадь уже засоленных земель тут превышает 8 000 м². Иногда такой сток идет незаметно, по подпочвенным горизонтам, но в итоге все равно попадает в реку, добавляя засоление к сбрасываемому шахтными водами. Рекультивированные отвалы (7), обычно еще в советское время, сформировали первичные почвы и перехватывают осадки на этом уровне. На старых отвалах даже при самозарастании на южных склонах сформировались сообщества из *Silene supina* M. Vieb., так же, как это наблюдалось в верхнем течении реки, на отвалах ш. им. Ленина. Куртины находятся на небольшом расстоя-

нии между надземными частями, с равномерной плотностью размещения на значительном пространстве, что говорит о смыкании и взаимодействии на уровне корневых систем.

На промплощадках могут оставаться развалины отдельных бетонных сооружений, например, наклонного ствола шахты (21), имеются также сухие шламоотстойники (11). Эродированные склоновые земли на крутых склонах (5) не используются, а более пологие ранее были пастбищами (18) в большей части уже разрушенного животноводческого комплекса (25). Имеются и склоновые участки с выходами камня на поверхность (14), ранее пахотные, но с 90-х годов заброшенные. Тут же находятся остатки сооружений, видимо, полевого стана. Растительность представлена сообществами степного типа, постепенно восстанавливающимися под заносом видов из степных участков, фрагменты которых сохранялись ближе к реке, в основном в виде кустарниковой степи с доминированием *Caragana frutex* (L.) K. Koch.

В балке правого притока (16) сохранились остатки природной растительности, в частности, она представлена ранневесенней фракцией эфемероидов, например *Bellevalia speciosa* Woronow ex Grossh., и даже некоторые редкие в регионе виды, например *Echium maculatum* L. Но в целом в структуре сообществ с большой долей однолетников и сорно-рудеральных видов, в том числе заносных, и с невысоким количеством видов на единицу площади заметны следы сильного перевыпаса, но потенциально данный участок сохраняет возможность развития и улучшает связность природной растительности в бассейне р. Грузской. Может также служить ключевой точкой мониторинга процессов миграции видов природных сообществ по долине реки, так как недостаток таких видов тут может компенсироваться лишь заносом из менее нарушенных природных участков ниже по течению р. Грузской (19). Тут, в нижней, юго-восточной части среднего течения территория удалена от крупных городов и менее трансформированна, что отражается в количестве объектов, перспективных для развития природоохранных территорий [4].

Таким образом, в среднем течении р. Грузской представлено широкое разнообразие посттехногенных территорий и действующих объектов, скоплений отходов, занимающих значительные площади, а также сельскохозяйственных земель, пахотных, эродированных и уже заброшенных, используемых под выпасы и на различных стадиях восстановления, жилые массивы и заброшенные коммуникации и в некотором количестве сохранилась природная растительность, в основном на склоновых неудобьях в разной степени деградации. Это делает эти территории удобным целостным объектом ландшафтного уровня для исследования в реальных масштабах процессов восстановления экосистем речной долины в их взаимосвязях, возможности и эффективности их функционирования как части экосети, связывающей природоохранные территории в районе пгт. Грузско-Зорянское к испытывающим сильное антропогенное воздействие территориям верховий р. Грузской. Структура растительных сообществ на антропогенно трансформированных и особенно техногенных территориях характеризуется упрощенностью, низким видовым богатством, высокой долей видов сорно-рудеральной и синантропной растительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Земля тревоги нашей. По материалам Доклада о состоянии окружающей среды в Донецкой области в 2009 году / под ред. С. Третьякова, Г. Аверина. – Донецк, 2010 – 114 с.
2. Ипатов В. С. Фитоценология / В. С. Ипатов, Л. А. Кирикова. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. – 316 с.
3. Миркин Б. М. Фитоценология. Принципы и методы / Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг. – М. : Наука, 1978. – 212 с.
4. Остапко В. М. Созологическая оценка природных участков на территории Макеевского горсовета (Донецкая Народная Республика), перспективных для включения в природно-заповедный фонд / В. М. Остапко, С. А. Приходько, Е. Г. Муленкова // Промышленная ботаника. – 2015–2016. – Вып. 15–16. – С. 3–14.
5. Прогноз использования фитоиндикационных методов в биологической рекультивации техногенных земель / А. З. Глухов, С. В. Третьяков, С. П. Жуков и др. – Донецк : Б. и., 2012. – 56 с.

ДИНАМИКА СБРОСА ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА И РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Монгуш Снежана Петровна, *ТувИКОПР СО РАН, Россия, Республика Тыва*, г. Кызыл, *fqkey@mail.ru*

Петрова Елена Михайловна, *кандидат ветеринарных наук, Якутская ГСХА, Россия, Республика Саха (Якутия)*, *elkavse@mail.ru*

В статье приведены статистические данные Росстата об использовании свежей воды и сбросе загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты субъектов федерации, относящихся к Северным регионам с суровыми климатическими условиями (Республика Тыва и Республика Саха Якутия).

Ключевые слова: вода, природный ресурс, оборот, использование, загрязнение.

DYNAMICS OF THE DISCHARGE OF POLLUTED SEWAGE WATER IN THE SURFACE WATER OBJECTS OF THE REPUBLIC OF TYVA AND THE REPUBLIC OF SAHA (YAKUTIA)

Mongush S. P., Petrova E. M.

The statistics of Rosstat on the use of fresh water and the discharge of polluted wastewater into surface water bodies of the subjects of the federation belonging to the northern regions with harsh climatic conditions (the Republic of Tyva and the Republic of Sakha (Yakutia)) are given in the article.

Keywords: water, natural resource, turnover, use, pollution

Ценнейшим природным ресурсом на нашей планете является вода. В процессах обмена веществ вода играет исключительную роль, которая составляет основу всей жизни на земле, участвуя во всех ее процессах. Вода не только исключительный природный ресурс, но и среда обитания многих живых организмов. Водные ресурсы – поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы (ст.1. 74–ФЗ).

Республика Тыва представляет собой уникальный регион, расположенный в центральной части азиатского материка, входит в состав Алтае-Саянской области; по решению ЮНЕСКО, Тыва отнесена к числу 200 приоритетных экорегионов планеты [1]. Река Енисей – одна из крупнейших рек нашей планеты. По длине русла Енисей занимает 4-е место в России. По объему своего стока (624 км³) Енисей занимает 1-е место среди рек в России. По площади водосборного бассейна – 2580 тыс. км² – река занимает 2-е место среди рек России и 7-е место среди рек мира. Река Енисей берет начало при слиянии рек Малого (Каа-Хем) и Большого (Бий-Хем) Енисея в Республике Тыва.

Республика Саха, или Якутия – это самый крупный регион в России [2] с площадью в 3 млн км², Якутия сегодня является самым крупным в мире административно-территориальным объединением. Главным богатством Якутии являются ее недра. Через Якутию протекает одна из величайших рек Сибири – Лена. Ее протяженность – 4400 км. Ее многочисленные притоки образуют обширный бассейн реки Лены, по площади соизмеримый с размером самой Якутии.

В таблице 1 отражена динамика использования свежей воды в национальных республиках Российской Федерации, как было сказано выше, через территории этих регионов протекают самые крупные реки федерации, такие как Енисей и Лена.

Таблица 1 – Использование свежей воды (млн м³) [3]

	Периоды								2016 к 2005, %
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Республика Тыва	50	19	49	49	46	44	44	44	88
Республика Саха (Якутия)	120	164	159	201	161	161	167	150	125
РС к РТ, раз.	2,4	8,6	3,2	4,1	3,5	3,7	3,8	3,4	

Использование в динамике показывает, что в Тыве идет тенденция к снижению водопотребления на 12 %, а в Саха (Якутия) – наоборот, увеличение на 25 %. Объем использования свежей воды в Саха больше в 3,4 раза, чем в Тыве.

Таблица 2 – Объем оборотной и последовательно используемой воды (млн м³) [3]

	Периоды								2016 к 2005, %
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Республика Тыва	27	21	20	38	26	16	23	23	85,2
Республика Саха (Якутия)	1136	1063	1539	1272	1264	1251	1246	1290	113,6

Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты на территориях субъекта РФ в таблице 3.

Таблица 3 – Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты (млн м³) [3]

	Периоды								2016 к 2005, %
	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Республика Тыва	8	9	9	8	7	7	9	12	150,0
Республика Саха (Якутия)	79	86	87	81	76	79	85	50	63,3

По сбросу загрязненных сточных вод Тыва лидирует, хотя по объему оборотной и последовательно используемой воды намного отстает от Саха (Якутия) (таблица 2), где отображается в динамике, увеличение в 1,5 раза, а в Саха (Якутия) снижение в 0,3 раза. Таким образом, в Тыве надо усилить меры по рациональному использованию водных ресурсов и рассматривать данную позицию экологии республики как одно из звеньев охраны природы уникального региона федерации. При таком отношении к водным богатствам нашей малой родины такая естественная функция, как самоочищение водных объектов в перспективе перестанет работать. От рационального использования водных ресурсов, от того, как мы будем беречь нашу природу и ее ресурсы, будет зависеть круговорот процессов, происходящих в ней. Человек, являясь частью природы, в процессе развития все активнее использует различные элементы природной среды, он не может существовать, не используя природные ресурсы в своей хозяйственной деятельности, не влияя на их количество, а следовательно, не внося изменения в окружающую среду, поэтому человечество должно стремиться к рациональному природопользованию с помощью экологических знаний [4].

Заключение. Так, согласно ст.6 п.2. «Водного кодекса Российской Федерации» [5], «Каждый гражданин вправе иметь доступ к водным объектам общего пользования и бесплатно использовать их для личных и бытовых нужд...». Человек – часть природы, ее порождение, он может производить, только используя ее ресурсы, и жить только в тех природных условиях, к которым он генетически приспособлен. Экологическая ситуация, в которой приходится функционировать современной экономике, вызывает необходимость комплексного рассмотрения хозяйственных проблем под углом зрения требований окружающей среды и экономического развития. Научно-технические достижения последних лет создали иллюзию обособленности от природы и даже господства над ней. Однако на самом деле все обстоит как раз наоборот: с научно-техническим развитием мы только усиливаем нашу зависимость от природы, и процесс возрастания нашей зависимости от наличия природных ресурсов сопровождается пропорциональным уменьшением этих ресурсов по мере их использования и воздействия на них человечества, что приводит к их загрязнению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кужугет К. С. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Республики Тыва в 2000 году» / отв. за выпуск: рук-ль Комитета природных ресурсов, к. г.-м. н. К.С. Кужугет. – Кызыл : ТуВИКОПР СО РАН, 2001. – 112 с.

2. Монгуш С. П. Сравнительный анализ некоторых аспектов сельского хозяйства Республики Саха (Якутия) и Республики Тыва / С. П. Монгуш, Е. М. Петрова // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: проблемы, пути решения : XVI Всерос. науч.-

практ. конф. Южный университет (ИУБИП) (26 ноября 2018г.) : – Ростов-на-Дону : ООО «ПРИОРИТЕТ», 2018. – С. 34–37. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nauka-prioritet.ru/wp-content/uploads/2019>.

3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Стат. сб. – М. : Росстат, 2017. – 1402 с.

4. Монгуш С. П. Проблемы природопользования в Туве / С. П. Монгуш // *Universum: экономика и юриспруденция* (август) 2015. № 8(19) . URL: <http://7universum.com/ru/economy/archive/item/2466> (дата обращения: 14.01.2019).

5. Водный кодекс РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019) // [электронный ресурс] <http://docs.cntd.ru/document/901982862>

УДК 628. 322:628.35(045)

МЕХАНИЗМ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ФИТОПЛАНКТОНА И ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Субботина Юлия Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет пищевых производств, *Россия*, tu_beard@mail.ru

Шопинская М. И., кандидат ветеринарных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет пищевых производств, *Россия*, tu_beard@mail.ru

В статье изучается механизм антибактериального действия водорослей и высшей водной растительности. Рассматривается пять этапов научных исследований. На основании проведенных экспериментальных исследований выясняются причины гибели микрофлоры в культурах микроводорослей. Экспериментальными исследованиями подтверждаются бактерицидные свойства альгологического комплекса микроводослей.

Ключевые слова: биологические пруды, фотосинтетическая реаэрация, патогенная микрофлора, антибиотические свойства, химическая стерилизация воды.

THE MECHANISM OF THE ANTIBACTERIAL ACTION OF PHYTOPLANKTON AND HIGHER AQUATIC VEGETATION ON THE PROCESSES OF SELF-CLEANING OF WASTEWATER

Subboina Yu. M., Shopinskaya M. I.

In article the mechanism of antibacterial action of algae and the highest water vegetation is studied and analyzed . Five stages of scientific research are considered. On the basis of the conducted experimental researches microflora causes of death in the cultures of microalgae become clear. Experimentally, studies confirm the bactericidal properties of algological (AK) microalgae complex.

Keywords: biological ponds, photosynthetic reaeration, pathogenic microflora, antibiotic properties, chemical sterilization of water

Биологические пруды являются нетрадиционными и одновременно широко распространенными сооружениями биологической очистки и доочистки вод населенных пунктов, промышленных предприятий, а в последние годы – животноводческих комплексов и фермерских хозяйств.

Биологические пруды – эффективный способ не только очистки, но и обеззараживания. Это подтверждается и данными Всемирной организации здравоохранения, согласно которым сточная вода после прохождения через проточные биологические аэробные пруды освобождается от патогенных бактерий *Salmonell* и *Shigella coetus*, при этом отмирание микробов

группы *Escherichia coli* составляет 99 % по сравнению со сточной водой, входящей в пруды. Сточные воды, прошедшие через пруды, не требуют хлорирования [4].

Актуальность. Особенностью рыбоводно-биологических прудов является обильное развитие микроводорослей, которые определяют, не только объем фотосинтетической ре-аэрации, но и способствуют, как показали наши наблюдения, быстрому бактериальному самоочищению, то есть санации сточной жидкости [2,3].

Цель исследования – изучить механизм антибактериального действия фитопланктона и макрофитов на процессы санации сточных вод свиноводческого комплекса.

Животноводческие и птицеводческие стоки богаты органическими веществами, составляющими основу питания бактерий. Этот антагонизм между фитопланктоном и микрофлорой сточной жидкости и лежит в основе бактериального самоочищения сточных вод в биологических прудах. Вопросы отмирания патогенной микрофлоры под воздействием антагонистических веществ, выделяемых фитопланктоном и фитобентосом, в настоящее время все больше привлекают внимание ученых исследователей [1].

Количественные соотношения микроорганизмов и микроводорослей в водоемах находятся в сложных биологических взаимоотношениях. Проведенные эксперименты показали, чаще всего большему количеству водорослей соответствует и максимум микробияльного населения. Причиной этого являются питательные вещества, накапливающиеся в сточной воде в связи с посмертным аутолизом клеток микроводорослей, которые успешно используются бактериями. Однако причины гибели микрофлоры в культурах микроводорослей пока недостаточно выяснены. Нами в лабораторных условиях были проведены опыты по изучению влияния бактериальных свойств альгологического комплекса (АК) микроводорослей на патогенную микрофлору сточных вод биологических прудов свиноводческого комплекса «Кленово-Чегодаево».

Материал и методика исследований. Исследования проводились в лаборатории экологического мониторинга и охраны гидробионтов Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства. В экспериментальном хозяйстве ВИЖ «Кленово-Чегодаево» Подольского района в лаборатории санитарной микробиологии ВНИИВСГЭ. Предварительно сточные воды осеменяли музейными штаммами *E. coli* (0142), сальмонелл *S. dublin*. В работе использовали альгологический комплекс (АК) микроводорослей (авт. свидет. 937353, патент на изобретение РВ № 2140735) [2,3].

Первый этап исследования. Наблюдения проводились параллельно на свету и в затемненных условиях – для выяснения роли фотосинтеза в процессах бактериального самоочищения; кроме того в ходе опытов велись наблюдения за развитием водорослей, изменением рН среды и динамикой отмирания патогенных бактерий. Результаты этих исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Скорость отмирания бактерий кишечной группы под влиянием фитопланктона

Дата		На свету				В темноте			
Начало опыта	Пробных высево	Объем высеваемой воды, мл	рН	Высеваемость бактерий		Объем высеваемой воды, мл	рН	Высеваемость бактерий	
				<i>E. coli</i>	<i>S. dublin</i>			<i>E. coli</i>	<i>S. dublin</i>
5.06	6.06	0,3	8,7	+	+	0,3	8,7	+	+
	8.06	0,3	9,4	+	+	0,3	8,0	+	+
	9.06	0,5	10,7			0,3	7,6	+	+
	10.06	200,0	7,5			1,0	7,4	+	+

Примечание: + микроорганизмы выделены, - не выделены

Результаты первого этапа исследований. Из данных таблицы 1 видно, что в образцах культур водорослей, сохранявшихся на свету, в результате их фотосинтетической деятельности, быстро повышалась рН среды до 10,0 и выше. Спустя 4–5 сут от начала опытов искусственно внесенные микроорганизмы уже не высевали из 100,0–200,0 мл воды. В условиях, исключающих фотосинтетическую деятельность фитопланктона (в темноте), исходная рН

среды быстро снижалась до 7,6–7,4. При этом внесенные патогенные бактерии высевали из объема 0,3–0,5 мл в течение всего срока наблюдения.

Таким образом, на свету, по мере нарастания биомассы водорослей, а следовательно, и увеличения содержания хлорофилла, бактерицидная активность среды возрастала, а в затемненных условиях этот эффект не наблюдался.

По нашим предварительным результатам исследований было ясно, что при высоких значениях рН среды (8,0–10,0 и выше), безусловно, имела место одновременно и химическая стерилизация воды. Однако, при более низких значениях рН среды (8,0–10,0) гибель бактерий в зрелых культурах водорослей обуславливалась только их антибиотическими свойствами. Активная реакция среды в этих процессах служила лишь косвенным показателем физиологического состояния культуры водорослей, когда их бактерицидные свойства наиболее активно проявлялась. Для доказательства этого факта нами были проведены следующие модельные эксперименты.

Второй этап исследования. Готовили фильтры альгологического комплекса микроводорослей с рН 9,6–9,8, обрабатывали его активированным углем, в результате чего он утрачивал свои антибиотические свойства. При этом рН среды смешалась в нейтральную до 8,0–8,1. Повторное доведение рН среды до исходного (9,6–9,8) не восстанавливало его бактерицидных свойств.

Результаты второго этапа исследований. Таким образом, можно считать, что при высоких значениях рН в культурах микроводорослей имело место влияние химического фактора, а при низких значениях рН бактерицидное действие определялось только антибиотическими свойствами водорослей [1].

Третий этап исследования. Для выявления антибиотического действия альгологического комплекса микроводорослей исследуемые сточные воды в объеме 50,0 мл пропускали через фильтр Зейтца для удаления простейших и сапрофитной микрофлоры. Полученный фильтрат альгологического комплекса микроводорослей инактивировали при 70 °С для исключения действия бактериофагов, которые разрушались при данной температуре. На антибиотические вещества альгологического комплекса микроводорослей инактивация не действовала, так как этим вещества не разрушаются даже при кипячении. В инактивированный фильтрат альгологического комплекса микроводорослей добавляли по 0,5 мл культуры *E. Coli* в исходной концентрации – 1000 кл. мл. (таблица 2).

Результаты третьего этапа исследований. В результате исследований, которые представлены в таблице 2, было установлено, что фильтрат альгологического комплекса микроводорослей обладал антибиотической активностью, которая начала проявляться на 3–4-е сут контакта тест-микроорганизмов с антибиотическими веществами.

Таблица 2 – Выживаемость бактерий кишечной группы в фильтрате АК микроводорослей и в сточных водах

Наименование культуры	Доза искусственного осеменения бактерий	рН среды		Бактерии	
		Исходная	Конечная	<i>E. coli</i>	<i>S. dublin</i>
				Выживаемость в сутках	
Фильтр АК + тест микроорганизмы	1000 микробных клеток/мл	9,6	10,5	4–5	5–7
Сточные воды + тест микроорганизмы	1000 микробных клеток/мл	9,6	10,0	➤ 10	➤ 10

При высевах тест-микроорганизмов из опытных и контрольных пробирок была отмечена разница в количестве колоний. На 5–7-е сут контакта *E. coli* и *S. Dublin* из опытных пробирок почти не высевали, тогда, как в контрольных определялось большое количество бактерий. На основании полученных данных сделано заключение об антибиотическом действии альгологического комплекса микроводорослей.

Четвертый этап исследования. В натуральных экспериментах на биологических пудах экспериментального свиноводческого хозяйства «Кленово-Чегодаево» в водорослевые пруды был внесен альгологический комплекс микроводорослей [3].

Результаты четвертого этапа исследований. Проведенные гидрохимические и микроскопические исследования позволили установить, что в результате ассимиляции углекислоты фотосинтезирующими организмами рН воды максимально повышалась до 10,5–11,0 и выше в рыбноводном пруду. Такое резкое подщелачивание, как это указывалось выше, само по себе могло приводить к быстрой гибели имеющихся в сточных водах бактерий. Однако и в тех случаях, когда рН не достигала критических для бактерий величин, при которых имеет место химическая стерилизация воды, при развитии культуры микроводорослей наблюдалась быстрое освобождение воды от сапрофитной и патогенной микрофлоры.

Максимальный показатель рН воды в водорослевых и рачковых прудах не превышал 9,9–9,5, между тем как эффект бактериального самоочищения сточной жидкости выражался в увеличении коли-титра примерно в 1000 и 10000 раз. Следовательно, бактерицидный эффект альгологического комплекса (АК) микроводорослей не всегда связан с высоким значением рН. Он четко проявляется и при низких его значениях.

Пятый этап исследования. Интересные результаты были получены и в опытах по выявлению антибиотических веществ пресноводных макрофитов. Для этого нами в опытах были использованы воздушно-водные (амфибные) растения, у которых корни прикреплялись к дну водоема, а стебель возвышался над поверхностью воды - рогоз широколистный (*Typha latifolia*), стрелолист обыкновенный (*Sagittaria Sagittifolia*).

Методика опытов сводилась к следующему: часть стебля и листьев макрофитов растирали в ступке, заливали эфиром в соотношении 1 : 1, шуттелировали в течение 30 мин и экстрагировали в холодильнике течение 1 сут.

Результаты пятого этапа исследований. В результате опытов было установлено, что приготовленный экстракт обладал антибиотической активностью: вокруг дисков в опытных чашках были обнаружены 2-миллиметровые зоны задержки роста *E. coli* и *S. Dublin*.

На основании результатов этих экспериментов было сделано заключение, что исследуемые гидрофиты обладали антибиотической активностью. Эксперименты по выяснению антибиотической активности водорослей проводили в концентрациях, характерных для очистных сооружениях.

Обсуждение результатов исследований. Полученные результаты дают основанием полагать, что взаимоотношения между бактериями и водорослями в водоемах складываются следующим образом: отмирание водорослей ведет к массовому развитию бактерий, живые же водоросли являются их антагонистами, так как выделяют антибиотические вещества.

Тем не менее взаимоотношения между водорослями и сапрофитной микрофлорой в водоемах носят ассоциативный характер, так как вода служит естественной средой для их отмирания.

Взаимоотношение же водорослей и аллохтонной патогенной микрофлоры, для которой сточные воды являются лишь средой переживания, складываются в направлении одностороннего антагонизма. Обосновывая теоретическую сторону вопроса применения культур альгологического комплекса (АК) микроводорослей для очистки сточных вод в биологических прудах, мы считаем возможным рассматривать биологические пруды как гетеротрофно-автотрофную систему. Очистительный эффект здесь достигается за счет симбиотического взаимоотношения между бактериями, минерализующими органическое вещество загрязнений, и водорослями, которые в процессе фотосинтеза из продуктов минерализации ресинтезируют органическое вещество. При этом потребляемый бактериями кислород они получают за счет фотосинтетической аэрации, а углекислоту – за счет обмена веществ бактерий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова И. Р. Теоретическое обоснование, усовершенствование и разработка мероприятий, направленных на оптимизацию технологий естественной биологической очистки сточных вод с возможностью использования их на орошение и рыбопродукцию : Автореф. Дис. ... д-ра ветерин. наук / И. Р. Смирнова. – М. : 1997. – 49 с.
2. . А. С. № 937353 Способ очистки сточных вод / Л. Б. Доливо-Добровольский и др. – Заявл. 21.08.80 № 29748 С1-02 F 3/32 Бюл. № 53, опуб. 23.06.82.

3. Патент на изобретение PV № 2140735 C1 6A 01 K 61/00 C 02 F 3/32 Способ очистки сточных вод животноводческих комплексов, ферм и птицефабрик с помощью адаптированного комплекса микроводорослей, высшей водной растительности, зоопланктона и рыбы / Ю. М. Субботина, И. Р. Смирнова, В. Н. Виноградов и др. 10.11.99 Бюл. № 32 приор. 13.01.98.

4. Субботина Ю. М. Управление качеством очистки и санации сточных вод в условиях устойчивого развития / Ю. М. Субботина, А. Д. Кудрявцева // Рациональная эксплуатация биоресурсов : проблемы и возможности в контексте Целей Устойчивого Развития ООН. 19 марта 2018 Всерос. науч. практ. конф. с междунар. участием ВНИИР, РГСУ, МГИМО, М , 2018. – С. 221–227.

УДК 620.9-62-93

КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА ОТКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ОТ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

Милюткин Владимир Александрович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия, г. Кинель, Самарская обл., oiarr@mail.ru*

Агарков Евгений Александрович, ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», *Россия, г. Кинель, Самарская обл.*

Бородулин Игорь Васильевич, ООО «ЭКОВОЛГА», *Россия, г. Самара*

В работе рассматривается технология и техника для очистки воды от синезеленых водорослей в открытых оросительных каналах при искусственном орошении – специальными агрегатами, запатентованными ООО «ЭКОВОЛГА», при заполнении водой каналов и при необходимости – в самих каналах универсальными самоходными плавающими устройствами для дополнительной зачистки каналов с обеспечением бесперебойной работы, без забивания дождевальных машин.

Ключевые слова: орошение, вода, водоросли, очистка, технологии.

COMPLEX CLEANING OF OPEN IRRIGATION CHANNELS FOR IRRIGATION UP FROM BLUE-GREEN ALGAE

Milyutkin V. A., Agarkov E. A

The technology and equipment for water purification up from blue-green algae in open irrigation canals with artificial irrigation by special aggregates patented by LLC “EKOVOLGA” is discussed in the article. The technology is carried out with water filling the canals or in the canals themselves with universal self-propelled floating devices for additional stripping of the canals, ensuring uninterrupted operation of sprinkling machines (without clogging).

Key words: irrigation, water, algae, cleaning, technology.

Дождевальные машины в оросительных системах в большинстве случаев обеспечиваются водой в необходимых количествах из открытых каналов, заполняемых, как правило, из водотоков – рек и водоемов – водохранилищ. Учитывая, что в летнее время в природных водотоках и водоемах идет интенсивное размножение синезеленых водорослей (цианобактерий), подаваемая в оросительные каналы вода также насыщена ими. Попав в благоприятные условия – тепло, свет, отсутствие движения воды (течения), сине-зеленые водоросли в возрастающем темпе начинают размножаться до критической массы, затрудняя использование воды оросительными системами, забивая дождевальные аппараты. Решение данной проблемы активно исследуется в ООО «ЭКОВОЛГА» [1–16] и будет, на наш взгляд, эффективным при механическом комплексном сборе синезеленых водорослей специальными агрегатами [1–12].

В связи с этим в данной работе предлагается набор запатентованных технических устройств, препятствующих свободному прохождению синезеленых водорослей в ороси-

тельные каналы и при дальнейшем их неуправляемом размножению путем сбора водорослей специальными агрегатами с различной их переработкой и использованием.

На рисунке 1 показана оросительная система для искусственного орошения сельскохозяйственных культур, состоящая из водозабора 1–3, подающего воду в оросительную систему – оросительный канал и дождевальную установку 7–10, устройства 4 для сбора синезеленых водорослей на входе поступающей воды и подачи водорослей в бункер-накопитель 5, открытого оросительного канала 6, фильтров-заборников дождевальной машины 7, представляющую собой подвешенные на опорных колесах-двигателях 10 крылья для подачи воды к дождевальным агрегатам 9 и орошения сельскохозяйственных культур.

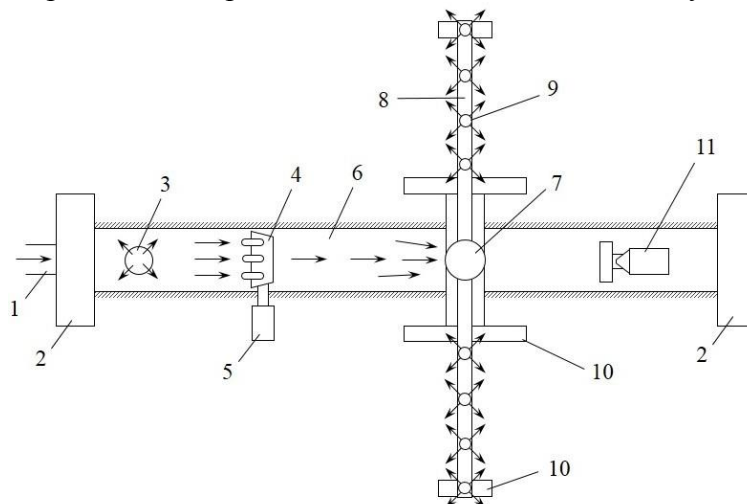


Рисунок 1 – Оросительная система:

- 1 – подача воды из природного водотока; 2 – поперечное ограждение канала; 3 – устройство для подачи воды в канал; 4 – устройство для сбора синезеленых водорослей;
- 5 – накопительная емкость для сбора синезеленых водорослей; 6 – оросительные канал;
- 7 – заборное устройство с фильтром для подачи воды через крылья в дождевальные аппараты;
- 8 – крылья для подачи воды; 9 – дождевальные аппараты; 10 – опорные колеса – двигатели дождевальной установки; 11 – самоходное устройство для сбора синезеленых водорослей в канале.

Для сбора синезеленых водорослей «на входе» предлагаются специальные агрегаты в соответствии с патентом № 2645919 [10], или – № 2668324 [11]. В частности, на рисунке 2 представлена схема Устройства для очистки водоемов от синезеленых водорослей [11].

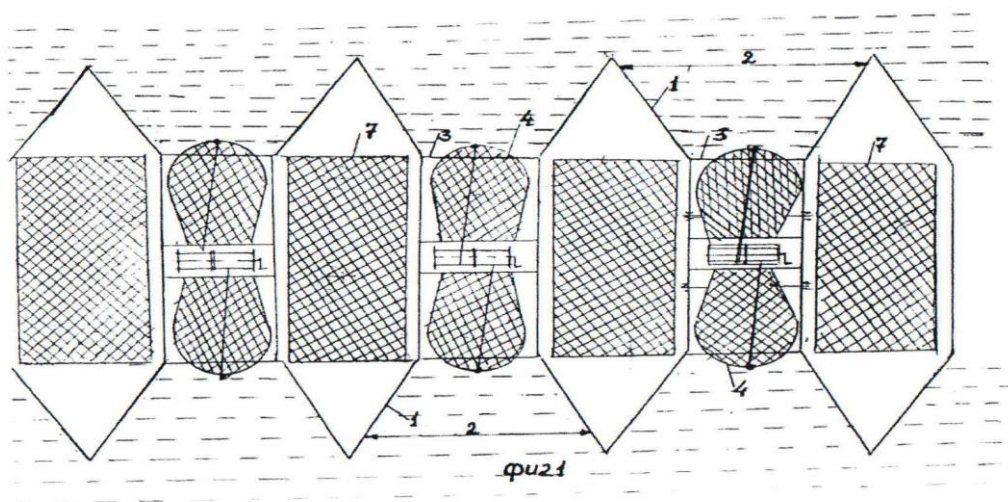


Рисунок 2 – Устройство для очистки водоемов от синезеленых водорослей

Устройство состоит из понтонов 1, на которых с двух сторон смонтированы потокоразделители 2, в их основании установлена шлюзовая камера 3, с каждой стороны которой закреплены ковши – улавливатели водорослей 4 с приводом от двухбарабанной лебедки 5.

Устройство оборудовано контейнерами 6 и стеллажами 7 для сушки водорослей. Водоросли с течением воды поступают в оросительный канал и направляются к потококоразделителю 2. При этом водоросли поступают в шлюзовую камеру 3 к улавливающим ковшам 4. По мере их заполнения водоросли сбрасываются в контейнер 6, а затем подаются на стеллажи 7 для сушки и заготовки с целью круглогодичной переработки – например, в биотопливо III поколения [14–15] или используются с предварительной сушкой на специальном агрегате [13], или без сушки в качестве достаточно эффективного органического удобрения [17], возможно и другое применение.

Из-за большой протяженности оросительных каналов (несколько километров) и, как правило, активного размножения в них синезеленых водорослей с целью их дополнительного сбора целесообразно использовать специально разработанные самоходные плавающие устройства, в частности, одна из конструкций такого агрегата представлена на рисунке 3 [12]. Агрегат содержит понтон 1, на котором смонтирован барабан 2, на наружной поверхности которого установлены ковши-черпалки 3 с возможностью вращения, а внутри барабана – шнек 4, с торца которого закреплен кольцевой элеватор 5, который подает водоросли на транспортер 6 сушильного оборудования. Привод узлов и механизмов агрегата обеспечивается от энергии солнечных батарей 7. Ковши-черпалки 3, вращаясь, приводят агрегат в поступательное движение, при этом они извлекают водоросли из мест их обитания – с глубины залегания – 0,5 м – и сбрасывают в шнек 4, который сдвигает их и подает на кольцевой элеватор 5. Кольцевым элеватором водоросли подаются на транспортер 6 сушки. При этом тепло солнечных батарей 7 обеспечивает сушку водорослей.

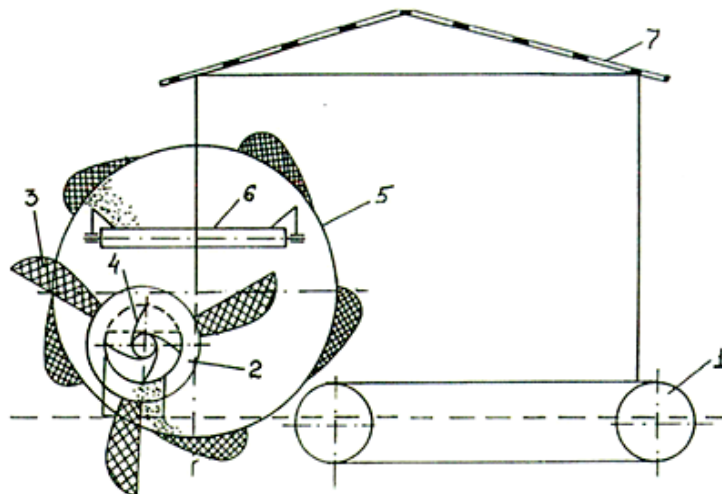


Рисунок 2 – «Самоходный, автономно действующий агрегат для очистки водоемов от синезеленых водорослей»

Такой подбор агрегатов обеспечивает комплексную очистку воды в каналах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милюткин В. А. Техническое устройство и технология для биологической (химической, бактериологической) борьбы с синезелеными водорослями [Текст] / В. А. Милюткин, С. П. Симченкова, Г. В. Кнурова и др. // Сб. науч. статей по итогам междунар. науч.-практ. конф. – 28–29 марта 2014г. СПб, 2014. – С. 83–85.
2. Милюткин В. А. Технологии и технические средства (на уровне изобретений-патентов) эффективного использования синезеленых водорослей (цианобактерий) [Текст] / В. А. Милюткин, И. В. Бородулин // American Journal of Science and Technologies. – 2015. – Т. 2. – №2(20). – С. 595–601.
3. Милюткин В. А. Технологии и технические средства механического сбора синезеленых водорослей в водоеме [Текст] / В. А. Милюткин, Г. В. Кнурова, С. П. Симченкова, В. Н. Сысоев, И. В. Бородулин, З. П. Антонова // Сб. науч. статей по итогам междунар. науч.-практ. конф. – 28–29 марта 2014г. СПб, 2014. – С. 79–82.

4. Милюткин В. А. Энергосберегающая технология сбора и утилизации синезеленых водорослей с открытых водных поверхностей мобильным, автономным комплексом [Текст] / В. А. Милюткин, И. В. Бородулин // Энергосбережение в сельском хозяйстве : Междунар. науч.-практ. конф. – 25–26 ноября 2016 г. – Ярославль. – 2016 – С. 32– 37.

5. Милюткин В. А. Технические средства для обеспечения безопасной экологической среды в водоемах // APPLIED SCIENCES TECHNOLOGIES IN THE UNITED STATES AND EUROPA: COMMON CHALLENGE SCIENTIFIC FINDINGS : 7TH INTERNAT. SCIENTIFIC CONFERENCE / В. А. Милюткин, И. В. Бородулин, З. П. Антонова, Н. Ф. Стребков. – CIBUNET Publishing; ORT Publishing; All authors of the current issue. – 2014. – С. 131–136.

6. Патент № 2548075 Российская Федерация, МПК C02F 3/00. Устройство для очистки водоемов от синезеленых водорослей с помощью биопрепарата / Милюткин В. А., Стребков Н. Ф., Котов Д. Н.; Заявл. 24.06.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10. – 5с.

7. Патент № 2551172 Российская Федерация, МПК C02F 3/00. Устройство для очистки водоемов от синезеленых водорослей / Милюткин В. А., Стребков Н. Ф., Бородулин И. В., Котов Д. Н.; Заявл. 28.01.2014; опубл. 20.05.2015, Бюл. № 14.

8. Патент № 2582365 Российская федерация, МПК E02B 15/10. Устройство для очистки водоемов от синезеленых водорослей / Милюткин В. А., Стребков Н. Ф., Бородулин И. В.; Заявл. 31.07.2014; опубл. 27.04.2016, Бюл. № 2. – 5с.

9. Патент № 2555896 Российская Федерация, МПК C 02 F 1/00. Устройство для очистки водоемов от синезеленых водорослей / Милюткин В. А., Стребков Н. Ф., Бородулин И. В.; Заявл. 20.02.2014г., Опубл. 10.07.2015г., Бюл. № 19. – 5 с.

10. Патент № 2645919 Российская Федерация, МПК A01D 44/00. Широкозахватный агрегат «Катамаран» / Милюткин В. А., Бородулин И. В., Стребков Н. Ф., Милюткин А. А.; Заявл. 03.08.2016; опубл. 28.08.2016, Бюл. № 7. – 5 с.

11. Патент № 2668324 Российская Федерация, МПК E02B 15/04, A01D 44/00. Устройство для очистки водоемов от синезеленых водорослей / Милюткин В. А., Бородулин И. В., Стребков Н. Ф., Розенберг Г. С., Агарков Е. А., Милюткин А. А.; Заявл. 21.07.2017; опубл. 28.09.2018, Бюл. № 28. – 5с.

12. Патент № 2612445 Российская Федерация, МПК A 01D 44/00. Самоходный, автономно-действующий агрегат для очистки водоемов от синезеленых водорослей с возможностью их дальнейшего применения / Милюткин В. А., Бородулин И. В., Стребков Н. Ф.; Заявл. 01.03.2016, Опубл. 09.03.2017, Бюл. 7. – 5 с.

13. Патент № 2606811 Российская Федерация, МПК A01D 44/00. Сушилка для синезеленых водорослей / Милюткин В. А., Бородулин И. В., Стребков Н. Ф., Антонова З. П.; Заявл. 13.08.2015; опубл. 20.01.2017, Бюл. № 1. – 5 с.

14. Патент № 2608495 Российская Федерация, МПК A01G 7/02. Способ утилизации продуктов сгорания установок, использующих природный газ / Бородулин И. В., Милюткин В. А., Антонова З. П., Панкеев С. А.; Заявл. 04.08.2015; опубл. 18.01.2017. Бюл. № 2, – 5 с.

15. Патент № 2599436 Российская Федерация, МПК C12M 1/04. Устройство для утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ синезеленых водорослей / Бородулин И. В., Милюткин В. А., Антонова З. П., Панкеев С. А.; Заявл. 04.08.2015, опубл. 10.10.2016. Бюл. № 28, – 5 с.

16. Патент № 2596017 Российская Федерация, МПК E02B 15/00, Агрегат для очистки водоемов от водорослей / Милюткин В. А., Стребков Н. Ф., Котов Д. Н., Бородулин И. В.; Заявл. 28.05.2015; опубл. 27.08.2016. Бюл. № 24. – 5 с.

17. Милюткин В. А. Совершенствование технологий и технических средств для сбора донных отложений с их использованием в качестве органических удобрений / В. А. Милюткин, И. В. Бородулин, Е. А. Агарков, Г. С. Розенберг // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : Сб. статей по материалам Междунар. научн. конф., Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2018. – С. 165–167.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОЕМОВ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ СВИНОВОДСТВА КАК ФАКТОР РОСТА ИНФЕКЦИОННОЙ ПАТОЛОГИИ СРЕДИ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ

Лях Юрий Григорьевич, доктор ветеринарных наук, профессор, УО «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь, Yury_liakh.61@mail.ru

В статье приводятся данные об экологическом и санитарном состоянии среды обитания диких животных Беларуси. Рассмотрены пути циркуляции возбудителей инфекционных заболеваний, связанные с утилизацией отходов предприятий сельского хозяйства. Дана характеристика степени загрязнения водных систем отходами свиноводческого комплекса. Показан уровень естественной санации водоема после ликвидации свиноводческого объекта.

Ключевые слова: сельскохозяйственное производство, свиноводческие предприятия, водные системы, патогенные микроорганизмы, охотничьи животные, экология.

POLLUTION OF WATER COLLECTIONS WITH DRAINWATER OF PIG FARMING AS A GROWTH FACTOR OF INFECTIOUS PATHOLOGY AMONG RESOURCE ANIMAL

Lyakh Y. G.

The article provides data on the ecological and sanitary state of the habitats of wild animals in Belarus. The ways of circulation of pathogens of infectious diseases associated with waste management of agricultural enterprises are considered. The characteristic of the degree of pollution of water systems by the waste of the pig-breeding complex is given. The degree of natural sanitation of the reservoir after the liquidation of the pig-breeding facility is shown.

Key words: agricultural production, pig-breeding enterprises, aquatic systems, pathogenic microorganisms, hunting animals, ecology.

Переделывая природу и приспособлявая ее к своим потребностям, человек изменяет среду обитания животных и растений, влияя тем самым на их жизнь. Воздействие может быть косвенным и прямым. Прямое воздействие направлено непосредственно на живые организмы, к примеру, нерациональные рыболовство и охота могут резко сократить численность ряда видов. В данном случае мы коснемся косвенного антропогенного воздействия на обитателей природных водоемов и численность охотничьих животных в результате несоблюдения ряда ветеринарно-санитарных и зоотехнических норм.

Ситуация по инфекционной патологии среди сельскохозяйственных животных в Беларуси достаточно напряженная, исходя хотя бы из того, что около 3059,0 тыс. голов содержатся в помещениях которые были построены 5–30 и более лет назад.

В Беларуси большое внимание уделяется развитию животноводческой отрасли, однако интенсификация животноводства в ряде случаев имеет негативное влияние на дикую фауну в связи с вероятностью заноса возбудителей инфекционных заболеваний в природную среду. Уязвимость диких животных по отношению к инфекционным агентам также возрастает в связи с тенденцией последних лет к увеличению плотности ресурсных видов. Очевидно, что между дикими и сельскохозяйственными животными существуют определенные связи, как прямые, так и опосредованные.

Предприятия животноводческой сферы обладают значительным влиянием на окружающую среду, сопоставимым с производствами высокого класса опасности. Одним из актуальных вопросов является бактериальное загрязнение вод и почв в процессе утилизации отходов животноводческого производства, что обусловлено рядом постоянно действующих факторов – внесение на пахотные земли необеззараженного навоза, использование животноводческих стоков для орошения, сброс их в водоемы. В целом это приводит к ухудшению экологической и санитарной обстановки: болезнетворные микроорганизмы могут длительное время сохранять свою патогенность в окружающей среде, а объемы производственных за-

грязней часто превосходят биологическую способность окружающей среды к самоочищению.

Сточные воды являются благоприятной средой для развития многих болезнетворных и условно-патогенных бактерий – сальмонелл, кишечных палочек, псевдомонад, стрептококков и др. Животноводческие стоки часто используются для орошения сельскохозяйственных земель, что влечет за собой загрязнение патогенной микрофлорой как самой почвы, так и растений [1, 2].

Доказано, что влияние животноводческого комплекса на качество грунтовых вод и вод открытых источников наблюдается как минимум в отдалении на 1 км от объекта, причем уровень нитратного загрязнения может превышать предельно допустимые концентрации до 15 раз. Поступление микроорганизмов в открытые водоемы подтверждается экологическим контролем за ветеринарно-санитарным состоянием пастбищных водоемов для крупного рогатого скота. На примере Бешенковичского района Витебской области доказано, что количество общих колиформных бактерий превышает значения показателей качества в 48 раз, а термотолерантных колиформных бактерий – в 24 раза [3].

Проведенные нами бактериологические исследования проб воды, взятой из водоемов, прилегающих к территории свиноводческого комплекса Воложинского района и к местам захоронений павших животных, подтверждают наличие возбудителя колибактериоза – патогенной *E. coli*, причем во всех пробах микробная обсемененность превышает 100 микробных клеток на 1 см³. Бактериологические исследования доказывают фекальное загрязнение водоемов, прилегающих к свиноводческому комплексу (рисунок 1).



Рисунок 1 – Водоем, загрязненный стоками свиноводческого комплекса. Воложинский район (фото Ю. Г. Ляха 2013 г.)

Полученные нами данные показывают механизмы и пути распространения возбудителей инфекционных заболеваний в природной среде, источниками которых являются необеззараженные отходы животноводческого производства.

Дикие животные являются довольно уязвимыми в отношении восприимчивости к инфекционным агентам. Общеизвестен факт, что дикие животные зачастую используют сельскохозяйственные земли как кормовую базу и тем самым постоянно остаются подверженными заразным болезням, имея контакт с возбудителями через почву, растительность, воду, а

соответственно – с возбудителями заболеваний, которые сохраняют свои патогенные свойства довольно длительное время [4, 5].

Отбор проб биоматериала (внутренних органов) диких животных осуществлялся нами от добытых охотничьих видов в период с 2009 по 2018 гг. в охотхозяйствах 19 районов 5 областей Республики Беларусь. Полевые исследования состояли в натурном обследовании мест обитания диких копытных животных для выявления потенциально опасных мест локализации очагов бактериальных инфекций, к которым можно отнести пашни, пастбища, водоемы сельскохозяйственного назначения.

Бактериологические исследования проводили при непосредственном участии высококвалифицированных специалистов на современном диагностическом оборудовании ГВСУ «Минская областная ветеринарная лаборатория», Республиканской ветеринарно-бактериологической лаборатории по борьбе с болезнями птиц, «Белгосветцентра» и НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Основной задачей проведенных исследований по выявлению возбудителей инфекционных болезней у водоплавающей птицы являлось определение степени носительства патогенных и условно – патогенных бактерий и степени их вирулентности. В результате установлено, что спектр возбудителей бактериальных заболеваний промысловых животных на территории Беларуси характеризуется следующими видами: *E. coli*, *P. Vulgaris*, *S. choleraesuis*, *S. typhimurium*, *S. anatum*, *C. diversus*, *C. freundii*, *P. aeruginosa*, *P. multocida*, *E. faecalis*, *S. faecium*.

Структура бактериозов домашних свиней характеризуется четырьмя возбудителями, достоверно доминирует возбудитель колибактериоза – $96,4 \pm 3,5$ %. Достоверные различия во встречаемости отмечены для *E. coli* (зараженность домашних свиней в 3 раза превышает зараженность диких кабанов). Серологические варианты *E. Coli* и *P. Vulgaris* аналогичны выделенным из водоема, расположенного вблизи свиноводческого комплекса.



Рисунок 2 – Тот же водоем, спустя 3 года после ликвидации свиноводческого комплекса. Воложинский район. Экологические показатели в норме (фото Ю. Г. Ляха 2018 г.)

В связи с угрозой возникновения африканской чумы свиней на территории Беларуси после 2014 г. был закрыт и перепрофилирован ряд свиноводческих предприятий. Ликвидировано было и свиноводческое предприятие, где проводились исследования. В настоящий момент экологическая ситуация на водоеме нормализовалась (рисунок 2). Лабораторный анализ проб воды указал на положительные процессы самоочищения водоема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеенко В. С. Экологическое состояние пастбищных водоемов для крупного рогатого скота / В. С. Агеенко // Студенты – науке и практике АПК: Студенческая наука и инновационное развитие : Материалы 95-й Междунар. науч.-практ. конф. – г. Витебск, 20–21 мая 2010 г. / Под ред. А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2010 – С. 94.
2. Губкин С. М. Источники загрязнения почв в животноводческом производстве и их обеззараживание : Учеб. пособие / С. М. Губкин, А. М. Коган. – Омск : ОмСХИ, 1988. – 52 с.
3. Лицкевич А. Н. Изучение режимов работы системы отведения животноводческих стоков КСУП СГЦ “Западный” / А. Н. Лицкевич, В. А. Сатишур // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. Зб. навук прац – выпуск 5, Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі, 2012 / Под ред. М.В. Михальчук [и др.]. – Брест : Альтернатива, 2012 – С 175–177.
4. Лях Ю. Г. Инфекционная патология среди охотничьих животных и водоплавающих птиц в Беларуси и ее профилактика / Ю. Г. Лях, А. В. Морозов, С. А. Иванов, Д. Л. Беялко. «Актуальные проблемы экологии – 2010 : Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2010. – С. 119–121.
5. Лях Ю. Г. Мониторинг условно патогенной микрофлоры у водоплавающей и полевой охотничьей дичи в Беларуси / Ю. Г. Лях, А. Н. Гринек, И. В. Фомченко, О. Р. Билецкий // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017 : Сб. статей по материалам науч.-практ. конф. с междунар. участием / Под ред. Ю. А. Омельчук, Н. В. Ляминой, Г. В. Кучерик. – 11–15 сентября 2017 года, г. Севастополь. – С. 812–814.

УДК 53.09.096+530.18

СВЯЗЬ НАКОПЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ С ТЕМПЕРАТУРОЙ ДЕБАЯ МЕТАЛЛА

Шачнева Евгения Юрьевна, кандидат химических наук, профессор РАЕ, ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет», *Россия*, г. Новочеркасск, evgshachneva@yandex.ru

Хентов Виктор Яковлевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет», *Россия*, г. Новочеркасск, evgshachneva@yandex.ru

Семченко Владимир Владимирович, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет», *Россия*, г. Новочеркасск, evgshachneva@yandex.ru

Рассмотрена связь процесса накопления тяжелых металлов в растительности с таким важным интегральным физическим параметром, как температура Дебая металлического элемента. Это находит подтверждение в высоких значениях коэффициента корреляции. Данный параметр рассчитан для ионов цинка, меди, ванадия, титана, марганца, никеля, молибдена и алюминия. Приведена графическая зависимость минимальной и максимальной концентраций металлов тяжелых металлов от температуры Дебая металла. Эти зависимости демонстрируют установление связей между минимальными концентрациями металлов C в высшей водной растительности Кучурганского водоема-охладителя для *Phragmites australis* и *Typha latifolia*. Полученная градация имеет вид $C = 2,1304 + 0,0064\theta$. Это позволит спрогнозировать возможный механизм переноса тяжелых металлов в природе.

Ключевые слова: температура Дебая, концентрация металлов, коэффициент корреляции.

THE RELATIONSHIP OF THE ACCUMULATION OF METALS IN ONE VEGETATION WITH A DEBYE TEMPERATURE OF THE METAL

Shachneva E. Yu., Khentov V. Ya., Semchenko V. V.

The connection of the accumulation of heavy metals in planting with such an important integral physical parameter as the Debye temperature of a metallic element is considered. This is confirmed in high values of the correlation coefficient. This parameter is calculated for zinc ions of copper, vanadium, titanium, manganese, nickel, molybdenum and aluminum. A graphical dependence of the minimum and maximum concentrations of metals of heavy metals on the Debye temperature of the metal. These dependences demonstrate the establishment of links between the minimum concentrations of metals C in the highest aquatic vegetation of the Kuchurgan reservoir-cooler for *Phragmites australis* and *Typha latifolia* L. The resulting gradation has the form $C = 2,1304 + 0,0064\Theta$. This will allow to predict the possible mechanism of transfer of heavy metals in nature.

Keywords: Debye temperature, metal concentration, correlation coefficient.

Накопление тяжелых металлов растениями является серьезной проблемой для экологии. Это один из возможных механизмов переноса тяжелых металлов в природе. Известно, что водные экосистемы чрезвычайно чувствительны к воздействию компонентов природной среды [3]. Особая роль в процессах самоочищения водоемов отводится макрофитам. Ярким примером такого водоема является Кучурганское водохранилище, которое существует с 1964 г. Площадь акватории составляет 2730 га, средняя глубина 3,5 м, средний объем воды 88 млн м³. Заращение водохранилища высшей водной растительностью приводит к снижению охлаждающей способности водоема. В этих условиях особое значение приобретает прогнозирование этого процесса с разработкой мероприятий, направленных на их предотвращение. В этой связи особое значение приобретает познание механизмов развития высшей водной растительности в водоеме-охладителе, а также накопление химических элементов (особенно тяжелых металлов) растительностью [1]. В связи с изложенным представлялось интересным особое внимание уделить установлению закономерности накопления металлических элементов (ванадия, молибдена, никеля, свинца, титана, алюминия, меди, цинка, марганца) водной растительностью. Для этого с помощью корреляционного анализа, были определены связи концентраций металлов в массовых видах высшей водной растительности Кучурганского водоема-охладила с такой важной интегральной характеристикой металлического элемента, как температура Дебая металла [2]. Ранее подобные связи были обнаружены между физическими свойствами простых веществ (s-элементов I и II групп) периодической системы с характеристической температурой твердого тела [4]. Была установлена связь структурных параметров твердого тела с кинетикой донорно-акцепторного взаимодействия в гетерогенных системах [5].

Рисунок демонстрирует установление связей между минимальными концентрациями металлов C в высшей водной растительности Кучурганского водоема-охладила для *Phragmites australis* [3] и температурой Дебая металла [1]

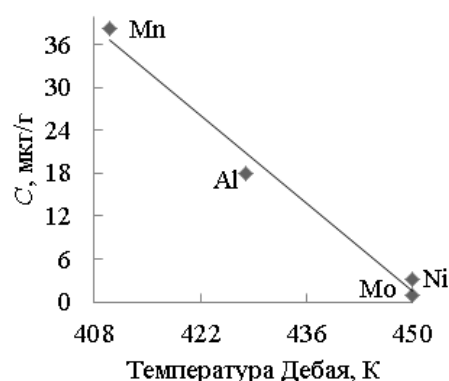


Рисунок 1 – Зависимость концентрации металлов (C , мкг/г) в *Phragmites australis* от температуры Дебая металла. Коэффициент корреляции 0,992

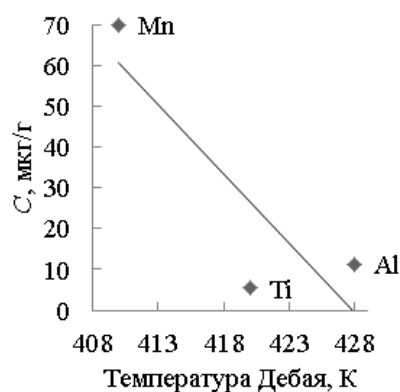


Рисунок 2 – Зависимость минимальной концентрации металлов (C , мкг/г) в *Typha latifolia* от температуры Дебая металла. Коэффициент корреляции 0,857

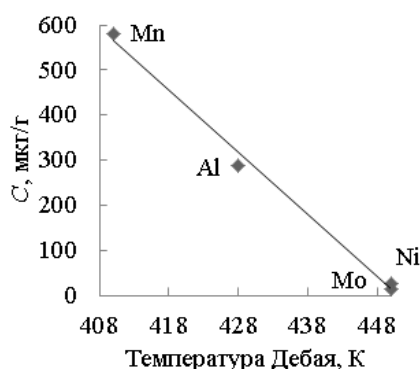


Рисунок 3 – Зависимость максимальной концентрации металлов (C , мкг/г) в *Typha latifolia* от температуры Дебая металла. Коэффициент корреляции 0,997

Для максимальных значений концентраций металлов C в высшей водной растительности Кучурганского водоема-охладителя (*Typha latifolia* L.) также установлены корреляционные зависимости C от температуры Дебая металла. Интересно отметить связь микроэлементов, вовлекаемых в круговорот в течение вегетационного периода [3], с температурой Дебая. На рисунке 4 приведена зависимость накопления металлов гидрофитами в функции температуры Дебая.

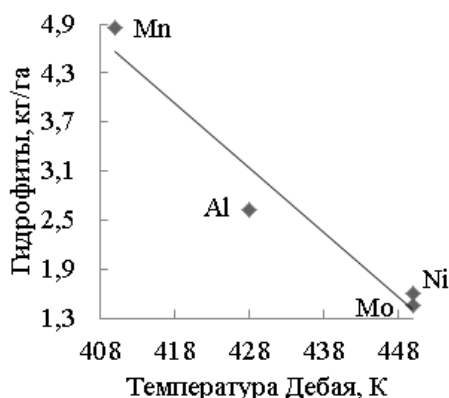


Рисунок 4 – Зависимость количества металлов, включенных в биогенную миграцию погруженными гидрофитами, от температуры Дебая. Коэффициент корреляции 0,973

Таким образом, обнаружено, что накопление металлов в водной растительности тесным образом связано с температурой Дебая металлического элемента. Отмечены высокие значения коэффициентов корреляции. С увеличением значений температуры Дебая количество

металлических элементов, накопленных водной растительностью, убывает. Это позволяет предположить возможный механизм переноса тяжелых металлов в природе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев А. В. Влияние климата на природные экосистемы и меры адаптации // Концепция региональной стратегии адаптации к изменению климата: Приднестровье / А. В. Андреев, С. И. Филипенко. – Бендеры : Полиграфист, 2012. – С. 79–129.
2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель. – М. : Наука, 1978. – 761 с.
3. Филипенко Е. Разнообразии макрофитов и их роль в экосистеме Кучурганского водохранилища. Дис. ... докт. биол. наук / Е. Филипенко. – Кишинев, 2016. – 133 с.
4. Хентов В. Я. О связи физических свойств простых веществ (*s*-элементов I и II групп) периодической системы с характеристической температурой твердого тела / В. Я. Хентов, В. М. Гасанов // Инженерно-физический журнал. – 2015. – Т. 88. – № 3. – С. 729–732.
5. Хентов В. Я. Связь структурных параметров твердого тела с кинетикой донорно-акцепторного взаимодействия в гетерогенных системах / В. Я. Хентов, Х. Х. Хуссейн // Инженерно-физический журнал. – 2016. – Том 89. – № 3. – С. 748–751.

УДК 574.64

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕЧНОЙ СИСТЕМЫ РЕКИ ОРЛИК НА ТЕРРИТОРИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Красников Дмитрий Валерьевич, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», Россия, г. Орёл, irbis1990.ygr@yandex.ru

Красников Максим Валерьевич, аспирант, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», Россия, г. Орёл, irbis1990.ygr@yandex.ru

Творонович Виктория Валерьевна, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», Россия, г. Орёл, ms.victoria32@yandex.ru

Антропогенное воздействие на реку Орлик оказывалось ещё с древних времен. Когда-то бассейн реки был сильно облесен. Река брала начало в болотах нынешнего Урицкого района. Плодородные степные пространства привлекли русских землепашцев, и постепенно леса уступали место пашням. Полученные результаты могут быть использованы для осуществления экологического мониторинга реки Орлик, а также для разработки мероприятий по минимизации антропогенного воздействия и охраны водных объектов в городе Орёл и в Орловской области

Ключевые слова: экологическое состояние, антропогенное воздействие, река Орлик, поверхностные воды, водопользование, загрязнение, нормирование качества, показатели загрязнения, охрана окружающей среды.

ASSESSMENT OF POLLUTION OF THE RIVER SYSTEM OF THE RIVER ORLIK IN THE TERRITORY OF THE OREL REGION

Krasnikov D.V., Krasnikov M.V., Tvoronovich, V.V.

Anthropogenic impact on the Orlik river has been since ancient times. Once the river basin was greatly facilitated. The river originated in the swamps of the present Uritsky district. The fertile steppes attracted by Russian farmers, and gradually the forest gave way to farmland. The results can be used for environmental monitoring of the Orlik river, as well as for the development of measures to minimize human impact and protection of water bodies in the city of Orel and Orel region

Key words: ecological state, anthropogenic impact, Orlik river, surface water, water use, pollution, quality regulation, pollution indicators, environmental protection.

Река Орлик – левый приток р. Оки, берёт начало у деревни Сорокина Хотынецкого района Орловской области. Устье реки находится в 1390 км по левому берегу р. Оки. Длина реки 66 км, площадь водосборного бассейна 544 км², высота водосбора 211 м.

Р. Орлик протекает по территории Хотынецкого, Урицкого и Орловского районов Орловской области через следующие населенные пункты: деревня Сорокина, село Большие Рябинки, деревня Тулупово, село Муратово, деревня Талызино, деревня Котово, деревня Ванино, поселок Титово, деревня Щелкуново, деревня Бутово, деревня Маслово, деревня Солнцево, деревня Чаплыгино, село Звягинки, поселок Русский, деревня Образцово, деревня Сухая Орлица, поселок Зареченский, город Орел. В г. Орле на 0,5 км выше устья реки у моста расположен гидрологический пост.

В период с января 2013 г. по апрель 2017 г. были проведены исследования гидрохимических характеристик р. Орлик. При оценке состояния р. Орлик учитывались следующие показатели: концентрация нитрит- и нитратионов, ионов аммония, сульфат-ионов, фосфат-ионов, хлорид-ионов, концентрации железа, марганца, кальция, магния, меди, цинка, хрома, БПК₅ и растворенного кислорода [2].

Пробы воды отбирались в черте г. Орла, на 0,5 км выше устья реки у моста в створе гидрологического поста. Результаты химического анализа проб воды получены с помощью общепринятых методик [1].

Как показали наши исследования, в водах р. Орлик в январе 2013 г. превышение ПДК было выявлено по двум показателям: ион аммония на 0,02 мг/дм³ и железо на 0,025 мг/дм³. В апреле 2013 г. превышение ПДК было выявлено по 4 показателям: ион аммония на 0,32 мг/дм³, железо на 0,068, медь на 0,0002 и БПК₅ на 3,5 мг/дм³. В июле 2013 г. превышение ПДК было выявлено по показателю меди – на 0,0006 мг/дм³, ноябре 2013 г. по 3 показателям: железо на 0,005, медь на 0,0015 и БПК₅ на 1,67 мг/дм³.

В январе 2014 года превышение ПДК было выявлено по 3 показателям: ион аммония на 0,08, медь на 0,0004 и БПК₅ на 1,21 мг/дм³. В марте 2014 г. превышение ПДК было выявлено для меди на 0,0029 мг/дм³. В июле 2014 г. превышение ПДК было выявлено по двум показателям: медь на 0,0003 и БПК₅ на 2,42 мг/дм³. В ноябре 2014 года превышение ПДК было выявлено по двум показателям: железо 0,02 мг/дм³ и медь на 0,0039 мг/дм³.

В январе 2015 г. превышение ПДК было выявлено по 3 показателям: ион аммония на 0,36, медь на 0,0026 и БПК₅ на 2,2 мг/дм³. В апреле 2015 г. превышение ПДК было выявлено по двум показателям: железо на 0,124, медь на 0,0028 мг/дм³. В июле 2015 г. превышение ПДК было выявлено по 3 показателям: железо на 0,002, медь на 0,0003 и БПК₅ на 6,51 мг/дм³. В ноябре 2015 г. превышение ПДК было выявлено по показателю меди на 0,002 мг/дм³.

В январе 2016 г. превышение ПДК было выявлено по 3 показателям: ион аммония на 0,12, медь на 0,002 и БПК₅ на 1,27 мг/дм³. В апреле 2016 г. превышение ПДК было выявлено по 1 показателю: БПК₅ на 1,87 мг/дм³. В июле 2016 г. превышение ПДК было выявлено по 1 показателю: БПК₅ на 2,97 мг/дм³. В ноябре 2016 г. превышение ПДК было выявлено по 1 показателю: медь на 0,0019 мг/дм³.

В январе 2017 г. превышение ПДК было выявлено по 3 показателям: ион аммония на 0,2, железо на 0,016 и медь на 0,0021 мг/дм³. В апреле 2017 года превышение ПДК было выявлено по 2 показателям: медь на 0,0006 и БПК₅ на 1,69 мг/дм³.

Динамика содержания загрязняющих веществ в р. Орлик за период с января 2013 г. по апрель 2017 г. показала, что содержание ионов аммония находилось в пределах 0,1–0,86 мг/дм³; превышение ПДК отмечалось в январе и апреле 2013 года, январе 2014 г., 2016 г. и 2017 г.

Концентрация нитрит-ионов составляла 0,01–0,077 мг/дм³. Превышения ПДК не было отмечено. Концентрация нитрат-ионов составляла 0,312–2,72 мг/дм³. Превышения ПДК не было отмечено. Концентрация ортофосфата составляла 0,013–0,298 мг/дм³. Превышения ПДК не отмечалось.

Концентрация железа составляла 0,032–0,224 мг/дм³. Превышение ПДК отмечалось в январе, апреле и ноябре 2013 г. и 2014 г., в апреле и июле 2015 г., а также в январе 2017 г.

Концентрация меди составляла 0,001–0,0049 мг/дм³. Превышение ПДК отмечалось в апреле, июле и ноябре 2013 г., январе, марте, июле и ноябре 2014 года, январе, апреле, июле и ноябре 2015 г., январе и ноябре 2016 г., январе и апреле 2017 г.

Концентрация кальция составляла 48,7–82,8 мг/дм³. Превышения ПДК не отмечалось. Концентрация магния составляла 11,7–28,9 мг/дм³. Превышения ПДК не отмечалось. Концентрация хлора составляла 7,8–35,8 мг/дм³. Превышения ПДК не отмечалось.

Концентрация сульфат-ионов составляла 10,0–38,9 мг/дм³. Превышения ПДК не отмечалось. Концентрация цинка составляла 0,001–0,0076 мг/дм³. Превышения ПДК не отмечалось. Концентрация БПК₅ составляла 1,51–8,59 мг/дм³. Превышения ПДК отмечалось в апреле и ноябре 2013 г., в январе и июле 2014 г., в январе и июле 2015 г., в январе, апреле, июле 2016 г., в апреле 2017 г.

Концентрация растворенного кислорода составляла 5,39–12,5 мг/дм³. Содержание растворенного кислорода было отмечено не ниже установленных норм [4].

При анализе проб воды р. Орлик были исследованы гидрохимические показатели. В 2013 и 2017 гг. выявлено превышение ПДК по иону аммония, железу, меди и БПК₅. Остальные показатели не превышали установленные нормы.

Значения показателя химического загрязнения воды (ПХЗ₁₀) изменялись в интервале 3,43–8,67. Максимальное значение было выявлено в ноябре 2014 г. По значению ПХЗ₁₀ степень загрязнения реки характеризуется как относительно удовлетворительное [3].

Индекс загрязнения воды изменялся в интервале 0,84–1,52. Максимальное значение было в январе 2015 г. Расчет ИЗВ₆ показал, что воды р. Орлик на территории г. Орла можно отнести преимущественно к III классу качества – умеренно загрязненные.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что р. Орлик на территории г. Орла испытывает антропогенную нагрузку, которая не вызывает значительных экологических нарушений в данной водной экосистеме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев А. В. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза : учебное пособие / А. В. Матвеев, В. П. Котов – СПб. : СПбГУАП., 2004. – 104 с.
2. Моисенко Т. И. Формирование химического состава вод озер в условиях изменения окружающей среды : монография / Т. И. Моисеенко, Н. А. Гашкина. – М. : Наука, 2010. – 264 с.
3. Пименова Е. В. Нормирование качества окружающей среды и сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / Е. В. Пименова. – Пермь : Изд-во ФГОУ ВПО Пермская ГСХА, 2009. – 74 с.
4. Смирнова В. М. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Определение удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) и класса качества воды : методические указания / В. М. Смирнова, И. С. Макеев, А. В. Благодаткин. – Н. Новгород : НГУ, 2011. – 19 с.

БИОТЕХНОЛОГИЯ РАЗВЕДЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПИЯВКИ (*HIRUDO ORIENTALIS*) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Таптыгова Кенуль Аслан кызы

доктор философии по биологии, научный сотрудник центр Прикладной Зоологии Института Зоологии, Национальной Академии Наук Азербайджана, Азербайджан, г. Баку, konultapdiqova@gmail.com

Использование пиявок в медицине для лечения различных заболеваний известно с древних времен. В наше время ни для кого не секрет наличие побочных воздействий при лечении химическими препаратами, и уже всем известно, что природные методы лечения иногда более результативны. Именно поэтому интерес врачей, фармакологов, косметологов и других специалистов к медицинской пиявке возрастает с каждым днем.

Ключевые слова: медицинская пиявка, биотехнология разведения, кокон, нитчатка, лабораторные условия.

BIOTECHNOLOGY OF BREEDING OF THE MEDICINAL LEECH (*HIRUDO ORIENTALIS*) IN THE LABORATORY CONDITION

Taptigova K. A.

The use of leech for treatment of different diseases in medicine is well known since ancient times. At present additional effects of the treatment of chemical preparations it is no secret in the modern world and everyone knows that natural treatments are more beneficial. Therefore, the interest of doctors, pharmacologists, cosmetologists and other professionals to medicinal leech is growing day by day.

Key words: medicinal leech, biotechnology of breeding, cocoon, newborn leech, laboratory condition.

Пиявок в природе известно всего 400 видов (в различных источниках эта цифра варьирует в пределах 400–600 видов), в Азербайджане отмечено 15 видов, а в Каспийском море – 3 вида пиявок [1, 2, 6]. До сегодняшнего дня в нашей республике не проводились специальные исследования по изучению видового состава пиявок, их распространению, количеству и другим данным. Отмеченные до сих пор виды пиявок — это виды, описанные в ходе гидробиологических исследований.

Медицинская пиявка – это беспозвоночное животное, которое имеет фармацевтическое значение; используется в различных областях медицины для лечения заболеваний. Из более чем 100 биологически активных веществ слюны пиявки наукой изучено всего 20 %. Самым известным из этих биологических веществ является гирудин. С момента попадания гирудина в кровь уменьшается свертываемость крови, кровь насыщается кислородом, рассасываются тромбы, излечиваются воспалительные процессы в организме, укрепляется иммунная система, предотвращается развитие возбудителей инфекций [4, 5, 7].

Медицинская пиявка относится к отряду челюстных пиявок (*Gnathobdellida*), к классу *Hirudinidae*, к роду *Hirudo* и имеет латинское название *Hirudo medicinalis* Linnaeus, 1758. К настоящему времени известно 3 формы этого вида: *H. medicinalis officinalis* (аптечная медицинская пиявка), *H. m. medicinalis* (лечебная медицинская пиявка) и *H. m. orientalis* (восточная медицинская пиявка). Эти формы очень близки к виду *Hirudo medicinalis* и очень широко используются в медицине. Среди этих форм особо выделяется своей агрессивностью и активностью *H. m. orientalis*. До сих пор обитающую в водах нашей республики медицинскую пиявку отмечали как *Hirudo medicinalis*. По итогам последних молекулярных исследований было выявлено, что распространенная в наших водах медицинская пиявка является особой формой – восточная медицинская пиявка [2]. Несмотря на то, что, как указано выше, эта пиявка широко распространена в водах нашей республики, для медицинских целей используют в основном пиявок, обитающих в Ленкоранской природной области.

На данный момент в большинстве действующих аптек г. Баку, а также в других городах и поселках нашей республики пиявки имеются в продаже. Выведенные на продажу пиявки в основном собраны во внутренних водоемах республики. Сложно утверждать, что все они являются медицинскими пиявками, так как, как отмечено выше, в водоемах республики обита-

ет 15 видов пиявок, а в Каспийском море 3 вида. Многие из этих видов отличаются от медицинской пиявки, и немало видов, которые по внешним признакам очень на нее похожи. Здесь можно отметить обитающую с медицинской пиявкой в одних и тех же водоемах большую ложноконскую пиявку (*Haemopis sanguisuga* L.) и конскую или нильскую (египетскую), пиявку (*Limnatis nilotica* Sav.). Сложно также гарантировать, что собранные на природе пиявки стерильны и у людей, привлеченных к лечению гирудотерапией, не вызовут каких-либо осложнений. Медицинские пиявки, выращенные специалистами в частных хозяйствах, так называемых биофабриках пиявок, гарантированно стерильны.

В настоящее время в Институте Зоологии Национальной Академии Наук Азербайджана проводятся исследования по разработке технологий для размножения медицинской пиявки в искусственных условиях. Работы в этом направлении начались в августе 2016 г. С опытной целью из района Масаллы было доставлено 700 пиявок. В проведении исследований основной целью было разведение пиявок в лабораторных условиях в Азербайджане. Время от времени меняется вода и в аквариумах, где содержатся пиявки (взрослые формы), и в емкостях, в которых находятся нитчатки пиявки, полученные в лаборатории. Каждые 10 дн пиявкам дается пища – кровь и селезенка (рисунок 1).



Рисунок 1 – Кормление пиявок селезенкой в лабораторных условиях

Для получения коконов от пиявок было проведено много опытов, и в итоге получен результат. Опыты проводятся следующим образом: в каждый аквариум помещаются 8 экз пиявок. В аквариум выкладывается пластиковая посуда с черноземом, насыщенным гумусом и речными камнями. Речные камни размещаются между слоями почвы. Следующим на поверхность почвы выстилается мох и аквариум до половины наполняется водой. Для того чтобы мох, выложенный на поверхности почвы в пластиковой посуде, оставался всегда влажным, он время от времени опрыскивается водой. Особое внимание уделяется тому, чтобы температура воды в аквариуме всегда была 25–28 °С. В результате опытных работ в апреле из одного аквариума было получено 15 коконов и из этих коконов в среднем 17 экз (14–21 экз) нитчаток пиявок. В итоге из коконов, полученных в апреле, мы вывели 86 экз нитчаток пиявок (рисунок 2). Нитчатки пиявок были отправлены на Мингечевирскую опытную исследовательскую станцию Института Зоологии НАНА.



Рисунок 2 – Коконы и нитчатки пиявки, полученные в результате опытных исследований

Природная пиявка была занесена в Красную Книгу ряда стран (Россия, Турция, Узбекистан), внесена в Конвенцию о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (CITES).

Если исследования, проводимые нами в лабораторных условиях, будут широко применяться в специализированных хозяйствах – биофабриках пиявок для разведения и размножения – и впоследствии для возвращения в природные водоемы, то в скором времени можно

добиться сохранения генофонда медицинской пиявки в нашей республике, а с целью лечения использовать безопасные и стерильные особи медицинской пиявки в гирудотерапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А. Р. Первые успешные результаты в разведении медицинской пиявки (*Hirudo orientalis*) / А. Р. Алиев, А. Б. Юнусов, К. А. Таптыгова // Наука и жизнь. – № 2–3, Баку, 2017. – С. 46–51.
2. Догель В. А. Зоология беспозвоночных (на азербайджанском языке) / В. А. Догель. – Баку, 1988. – С. 268–275.
3. Жизнь животных. Т. 1. – 1968. – С. 523.
4. Каменев Ю. Я. Вам поможет пиявка / Ю. Я. Каменев, О. Ю. Каменев // СПб, 2004.
5. Костикова Л. И. Гирудотерапия / Л. И. Костикова. – М., Изд-во Э, 2016.
6. Лукин Е. И. Пиявки пресных и солоноватых водоемов [Текст] / Е. И. Лукин. – Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1976. – 484 с., 1 л. ил. : ил. – (Новая серия / АН СССР. Зоол. ин-т; № 109).
7. Павлова Т. В. Пиявка лечит все: и душу, и тела / Т. В. Павлова. – М.-СПб : Диля, 2011.

СЕКЦИЯ 5

ПЕРЕРАБОТКА НАВОЗНЫХ СТОКОВ И ДРУГИХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 631.8:633.2

ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Мёрзлая Генриэта Егоровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», Россия, г. Москва, lab.organic@mail.ru

Афанасьев Рафаил Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова», Россия, г. Москва, rafail-afanasev@mail.ru

Веселов Владимир Михайлович, кандидат технических наук, генеральный директор, ЗАО «Твин Трейдинг Компани», Россия, г. Москва, v.veselov@twintc.ru

Показана целесообразность переработки органических отходов в виде осадков сточных вод методами ферментации, гранулирования и высушивания в удобрения, применение которых обеспечивает высокий агроэкологический эффект.

Ключевые слова: осадки сточных вод, компосты, сухие гранулированные удобрения, урожайность, качество продукции.

PROCESSING AND UTILIZATION OF ORGANIC WASTE

Merzlaya G. E., Afanas'ev R. A., Veselov V. M.

The expediency of processing of organic waste in the form of sewage sludge by fermentation methods, as well as granulation and drying into fertilizers, the use of which provides a high agro-ecological effect.

Key words: sewage sludge, poultry manure, compost, dry granular fertilizers, yield, product quality.

В связи с актуальностью проблемы экологической безопасности использования органических муниципальных отходов в настоящей работе освещены результаты экспериментальных исследований, выполненных в этом направлении ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д. Н. Прянишникова совместно с ЗАО «Твин Трейдинг Компани» и другими учреждениями. В частности, был проведен эксперимент по установлению эффективности сухого гранулированного удобрения, полученного на основе осадков сточных вод с добавлением калийных и азотных минеральных удобрений (ОМУГ), и компоста. Варианты с компостами по содержанию питательных веществ эквивалентны варианту NPK.

Опыт был заложен на опытном поле Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии имени Н. В. Верещагина в севообороте со следующим чередованием культур: лен долгунец раннеспелого сорта Зарянка, картофель среднераннего сорта Елизавета, ячмень сорта Отра. Почва опытного участка дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая, в слое 0–20 см содержала гумуса 3,92 %, подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) по Кирсанову – соответственно 230 и 113 мг/кг, pH_{kcl} 5,3, Cu 5,2 мг/кг; Zn 24,7; Pb 9,1; Cd 0,48; Ni 9,9; Cr 11,1; As 1,3; Hg 0,023; Co 5,7 мг/кг.

Компост на основе осадка сточных вод и торфа был приготовлен на очистных сооружениях г. Вологды в соотношении 1:1. Компост содержал (% на сухое вещество) 67 органического вещества, 2 общего азота, 0,8 общего фосфора, 0,3 общего калия при pH_{kcl} 6,3. Органо-минеральное удобрение ОМУГ создано ЗАО «Твин Трейдинг Компани» на основе обезвоженного осадка сточных вод в виде гранул размером 14 x 20 мм. Удобрение характеризовалось нейтральной реакцией среды pH_{kcl} 7,5, содержало 2,8 % общего азота, 3,1 % общего фосфора (P_2O_5), 2,5 % общего калия (K_2O). Все удобрения в изучаемых дозах внесены в поч-

ву в год закладки полей севооборота. Схема опыта включала варианты: 1 – контроль; 2 – органоминеральное удобрение (ОМУГ) в дозе 4 т/га; 3 – компост в дозе 4 т/га; 4 – NPK, эквивалентно 4 т/га компоста; 5 – компост 2 т/га + NPK, эквивалентно 2 т/га компоста.

Исследования показали высокую эффективность удобрений, производимых из осадка сточных вод (рисунок 1). Продуктивность звена севооборота максимального значения достигала при внесении сухого гранулированного органоминерального удобрения ОМУГ – 3,22 т зерновых единиц с 1 га, что на 24,8 % превышало контрольный вариант. По органоминеральной системе удобрения (компост 2 т/га + NPK, эквивалентно 2 т/га компоста) было получено 2,85 т зерновых единиц/га, или на 10,5 % больше контроля. Неэффективным оказалось внесение одних минеральных удобрений, где прибавка не превышала 5,1 %.

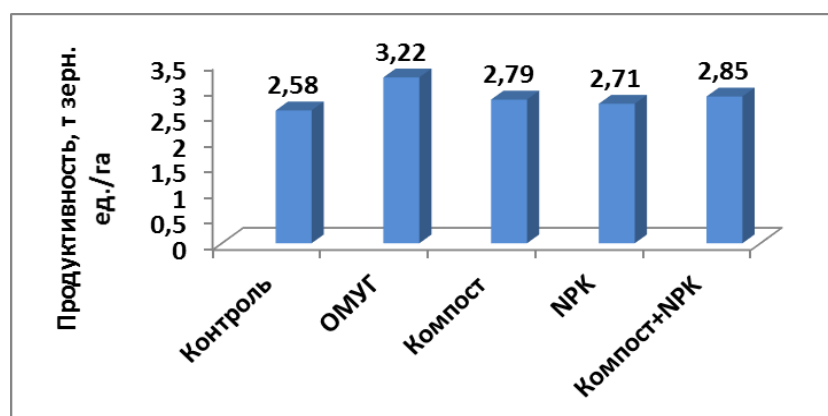


Рисунок 1 – Продуктивность звена полевого севооборота (в среднем за год).
НСР₀₅ = 0,18 т зерновых единиц/га

Среди исследуемых культур наибольший эффект от удобрений был достигнут при возделывании льна-долгунца – первой культуры звена севооборота в варианте с ОМУГ, где получена прибавка 38,3 %. В первый год последствий ОМУГ, т. е. при возделывании картофеля, прибавка была достоверной, но в процентном отношении снизилась (до 19,7 %), хотя оставалась выше при сравнении с другими вариантами удобрений в опыте. На второй год последствий ОМУГ прибавка урожая ячменя находилась на уровне 27,5 %.

Удобрения, произведенные из осадков сточных вод, не оказывали влияния на накопление тяжелых металлов и мышьяка в исследуемых растениях, а получаемая продукция отвечала гигиеническим нормам. Не установлено заметного влияния удобрений, производимых из осадков сточных вод, на накопление тяжелых металлов и мышьяка в почве при сравнении с контролем (таблица 1). Важно также отметить, что исследуемые удобрения не оказывали отрицательного влияния на биологические свойства почвы по показателям интенсивности дыхания, каталазной и целлюлозолитической активности.

Таблица 1 – Влияние удобрений на валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка в почве, мг/кг

Вариант опыта	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	Hg	As
Контроль	5	24	6	0,3	10	8,5	0,03	2,2
Органоминеральное удобрение (ОМУГ), 4 т/га	6	24	5	0,4	9	7,8	0,03	1,9
Компост, 4 т/га	5	24	5	0,3	9	8,0	0,02	2,4
НРК, эквивалентно 4 т/га компоста	6	25	6	0,4	9	7,9	0,03	2,1
Компост, 2 т/га + NPK, эквивалентно 2 т/га компоста	6	24	6	0,4	10	8,2	0,03	2,0
ПДК/ОДК	66	110	65	1,0	40		2,1	5

В условиях Московской области (п. Барыбино) на Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии имени Д. Н. Прянишникова был выполнен длительный микрополевой опыт с компостами из осадков сточных вод, поступающих с Курьяновской станции аэрации Москвы – крупнейшей в Европе с производительностью свыше 3 млн м³ сточных вод в сутки. Для стабилизации осадков сточных вод на этой станции используется метод метанового сбраживания, снижающий токсичность осадков. Применяемые в опыте компосты производились при смешивании осадков сточных вод с древесными отходами – опилками, составляю-

щими 10 % к массе смеси по сухому веществу, с последующей ферментацией в естественных условиях. Приготовленные компосты вносили в почву в 2000 г. В последующие 18 лет удобрения не применяли.

В опыте использовали два вида компостов на основе осадков сточных вод с различным сроком хранения. При этом компост 1 был загрязнен тяжелыми металлами в меньшей мере, чем компост 2.

Согласно полученным результатам, применение компостов из осадков сточных вод, особенно в повышенных дозах, в среднем за 19 лет по сравнению с контролем без внесения удобрений заметно повышало урожайность сена многолетних злаковых трав (рисунок 2).

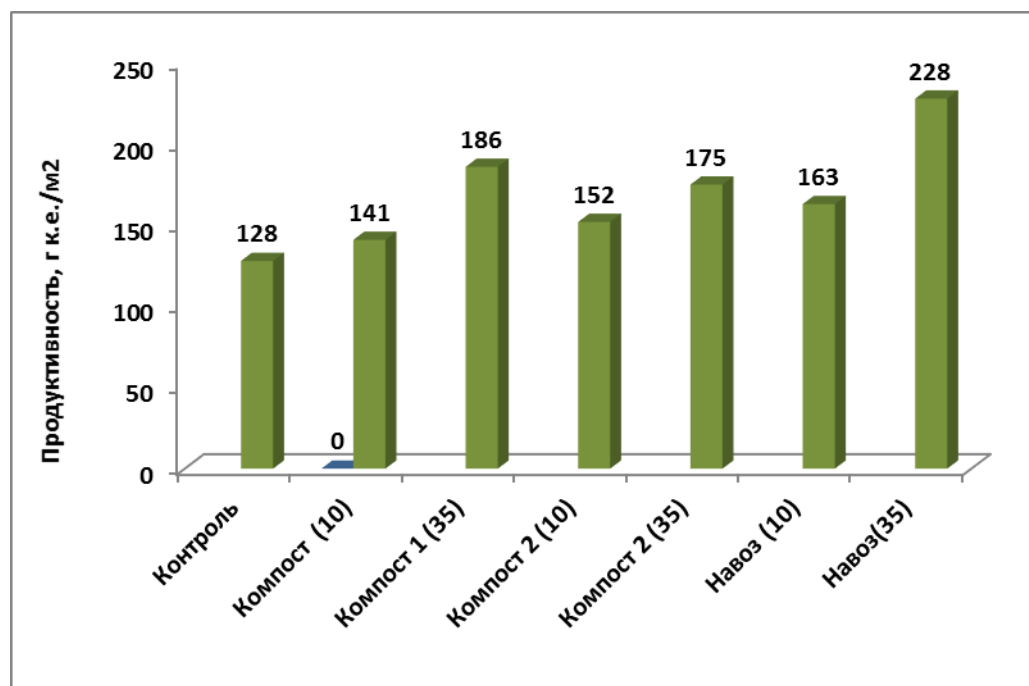


Рисунок 2 – Продуктивность многолетних трав при сенокосном использовании (в скобках приведены дозы органических удобрений)

Изучение биологических свойств почвы показало, что эмиссия диоксида углерода в вариантах последствия высоких доз компостов и навоза мало отличалась от контроля. В то же время в условиях проводимого эксперимента последствие низких доз компостов и навоза (10 т/га сухого вещества) в отличие от высоких доз (35 т/га) позволяло поддерживать биологическую активность почвы на несколько более высоком уровне.

При сравнительном испытании эффекта нетрадиционных удобрений в виде компостов из осадков сточных вод непосредственно с фильтр-прессов очистных сооружений и осадков длительного размещения на иловых площадках (т. е. осадков, в разной степени загрязненных тяжелыми металлами), а также подстилочного навоза крупного рогатого скота установлено, что наибольшая продуктивность агроценозов многолетних трав при длительном использовании достигалась от применения навоза и компоста 1 из менее загрязненного осадка, который соответствовал требованиям СанПиН 2.1.7.573-96 и был эффективен при дозах 10–35 т/га сухой массы.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИК ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ПЕРЕРАБОТКОЙ ОТХОДОВ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Волкова Светлана Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова», *Россия*, г. Курск, volkova_47@mail.ru

Сивак Елена Евгеньевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова», *Россия*, г. Курск, elenasivak77@mail.ru

Белова Татьяна Валентиновна, кандидат экономических наук, доцент ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», *Россия*, г. Курск, tv_belova@mail.ru

Золотых Роман Иванович, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова», *Россия*, г. Курск

Матвеева Юлия Геннадьевна, ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова», *Россия*, г. Курск

В работе обобщен опыт многолетних исследований, связанных с состоянием водных объектов согласно нормативам допустимого воздействия загрязняющих веществ, предельно допустимой их концентрации, а также допустимого уровня микробиологических показателей и сельскохозяйственным использованием сточных вод в качестве их утилизации. Помимо этих вопросов, рассмотрено увеличение отходов технологического происхождения полученных на основе вторичных продуктов с большим содержанием оксидов железа. Рассматриваемые вопросы особенно актуальны для Курской области, которая относится к горнодобывающему региону КМА, а также находится на возвышенности, что характеризуется нехваткой чистой воды. Отягчающим обстоятельством является соседство с Курской атомной станцией.

Ключевые слова: сельское хозяйство, водные объекты, загрязнение, измерительные шкалы, сложные системы, информационные технологии.

FEATURES OF PROCESSING PROCESSES OF RESEARCH RESULTS ASSOCIATED WITH WASTE RESOURCE RESOURCES RECYCLING

Volkova S. N., Sivak E. E., Belova T. V., Zolotykh R. I., Matveeva U. G.

The paper summarizes the experience of many years of research related to the state of water bodies in accordance with the standards for permissible effects of pollutants, their maximum permissible concentration, as well as the permissible amount of introduced microbiological indicators and agricultural use of wastewater as their disposal. In addition to these issues, issues related to the increase in the waste of technological origin obtained from secondary products with a high content of iron oxides were considered. The issues under consideration are particularly relevant for the Kursk region, which belongs to the mining region of the KMA. It is also located on a hill, which is characterized by a shortage of clean water, with aggravating circumstances, near the Kursk nuclear power plant.

Keywords: agriculture, water bodies, pollution, measuring scales, complex systems, information technologies.

Введение. Одновременно со сложностью систем и комплексом мероприятий, связанных с перспективами использования отходов различного происхождения, возрастают трудоемкость, стоимость и сроки проведения экспериментальных исследований. Существующая диспропорция между методикой самого расчета и методикой построения достоверных расчетных схем проведенных реальных мероприятий по установлению уровня загрязнения водных объектов и их очистке от загрязнения [4, 6, 7]; в обосновании и разработке физико-химических основ для получения новых строительных материалов из кварцсодержащих отходов горнодобывающих комбинатов региона КМА [1, 2, 3, 9, 10] существенно снижают надежность количественных исследований.

В лучшем случае теоретические и практические исследования находят отражение в научно-образовательной среде [1, 3, 5]. Поэтому на современном этапе развития информационных технологий, когда требуется снижение затрат труда, времени и материальных средств,

разработанные рекомендации по оптимизации выборки метода для постановки научного эксперимента в решении вопросов создания условий для вторичного использования отходов вносит существенный вклад в создание комплексных методов исследований, их обработку. Это позволяет за счет ускорения испытаний и повышения информативности результатов внедрять новые эффективные методики, позволяющие в кратчайшие сроки решить возникающие проблемы, связанные с переработкой и перспективами использования отходов различного происхождения.

Целью нашей работы является разработка методики, повышающей надежность количественных исследований.

Материалы и методы. Из данных отдела водных ресурсов по Курской области взяли общий объем сбрасываемых вод, имеющих загрязняющие вещества, за определенный период, а также на основе отходов обогащения железистых кварцитов разработанные физико-химические основы новых технологий, связанных с использованием нетрадиционных источников энергии. В работе использованы корректное применение методов планирования экспериментов и математической обработки экспериментальных данных, а также результаты практической реализации разработанных идей и методов [2, 5, 6, 7, 8].

Результаты и их обсуждение. Общее количество загрязняющих веществ за пятилетний период уменьшилось на 10,24 %. Снижение объема загрязнения водных объектов города Курска можно объяснить тем, что крупные предприятия ЗАО «Курскхимволокно», ЗАО «Курскрезинотехника» и ряд других предприятий перешли на оборотное водоснабжение с повторным использованием воды в производстве. Однако остаются высокими показатели загрязненности сточных вод фосфором, азотом аммонийным, которые увеличены на 0,3 т и 2,71 т соответственно. Из-за нехватки воды, а также с целью снижения затрат на приобретение минеральных удобрений рекомендуемая доставка животноводческих стоков на поле вместе с поливной водой будет экономичней, чем затраты на погрузку и выгрузку, на транспорт. В этом случае повышаются требования к санитарной безопасности, размещению, режиму орошения, наличию дополнительных сооружений и устройств. Общее количество нитратов, содержащихся в сбрасываемых сточных водах, увеличилось на 75 %. Особенно отличился в этом плане город Курчатов, в котором концентрация нитратов в составе сточных вод увеличилась в 6 раз.

К разработке уточненной методики к уже существующим рекомендациям нас побудила парадоксальная ситуация: с одной стороны, увеличение загрязнения, которое мы как жители Курска и области на себе ощущаем, а с другой – вроде бы благополучная картина, где ничего страшного не происходит и в целом загрязнение уменьшается. При тщательном исследовании мы обнаружили, что картина во времени носит волнообразный характер, причем пики загрязнения постоянно увеличиваются со временем, что и подтверждается данным увеличением в разы. Ряд вопросов, связанных с новыми строительными стеклообразными материалами, побудил возобновить исследования в связи с бурным развитием нанотехнологий, а именно использованием пучка ускоренных электронов. При облучении железосодержащих структур они меняют свои свойства в сторону упрочнения и однородности по составу. Поэтому разработанная комплексная методика, примененная на ранних стадиях изучения данного процесса, оправдала себя и позволила установить связь между количественным соотношением компонентов, входящих в новые материалы на основе отходов КМА, и условиями их синтеза.

В обоих этих случаях возможны решения задач безотходного производства при определенных комплексных мероприятиях. Отдельно методики разработаны и изложены в соответствующих работах [5–8]. Обобщим в выводах их особенности.

Выводы

– Прежде чем принять решения по исследуемому вопросу, следует правильно обосновать объем выборки эксперимента, который обеспечивал бы соответствующую надежность выводов.

– В случае загрязнения необходимо учесть вторичное загрязнение при таянии снега и льда и другие процессы, связанные с этим загрязнением.

– В методиках расчета предельной концентрации загрязняющих веществ следует помнить о коридоре от «гарантируемого минимума» до «возможного максимума», а не только о возможном максимуме и принимать необходимые меры при первом сигнале в природе, – а именно гарантированный минимум при высоком уровне загрязнения. А невозможный максимум, который может быть точкой невозврата, тем более, что доказали, что пики максимального загрязнения увеличиваются при волнообразном изменении.

– В случаях, связанных с микроорганизмами, следует ввести коэффициент, связанный с непрерывностью процессов загрязнения, который позволяет более точно установить уровень этого загрязнения и не допустить эпидемии.

– активизировать работы в направлении создания новых материалов и биоматериалов на основе нетрадиционных источников энергии, например, релятивистского электронного пучка.

– При обработке результатов эксперимента учитывать интервальные и абсолютные шкалы, а также разработать вопросы, связанные с устранением возникающих неопределенностей в условиях трансформации систем и определении их точек бифуркации. При таком подходе и был обнаружен нами интервал загрязнений.

– При исследовании следует внимательнее к вопросу об образовании кластеров, т.е. новообразований, при определенной концентрации вещества или отдельных его элементов, потому что переход количества в качество может наступить внезапно, когда закон нормального распределения переходит в закон редких событий или наоборот, чего не ожидаешь, случается все чаще и чаще.

В заключении отметим роль новой кормовой культуры в лесостепной зоне, а именно колумбовой траве. Которая универсальна по своим свойствам и может быть использована и как корм для животноводства, и как биоматериал, и как культура, включенная в севооборот улучшающая структуру землепользования [5]. Внедрение данной культуры прошло все этапы от оптимизации условий эксперимента до обработки результатов его с учетом существующего экологического равновесия природных ландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова С. Н. Взаимодействие системы обучения с научно-хозяйственной деятельностью в решении экологических проблем региона [Текст] / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, С. Н. Потемкин, С. Ю. Марков // Проблемы высшего образования. – 2011. – № 1. – С. 13–15.

2. Волкова С. Н. Использование отходов горнообработывающего региона КМА для изготовления новых строительных материалов российских регионов [Текст] / С. Н. Волкова, М. И. Пашкова, А. В. Шлеенко // Известия Юго-Западного государственного университета ЮЗГУ – 2015 – № 3(16) – С. 111–114.

3. Волкова С. Н. Метод имитационного моделирования экологического прогнозирования [Текст] / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, М. И. Пашкова, А. В. Шлеенко, В. В. Морозова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии Курская ГСХА – 2016 – № 9 – С. 171–174.

4. Волкова С. Н. Сельскохозяйственное использование сточных вод как перспективное направление их утилизации [Текст] / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, И. В. Панченко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 3. – С. 66–69.

5. Волкова С. Н. Улучшение структуры землепользования [Текст] / С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак, В. В. Морозова, А. В. Шлеенко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии Курская ГСХА – 2017 – № 1 – С. 20–24.

6. Пат. 2417957 Российская Федерация, МПК С 02 F 101/00. Способ определения нормативов допустимого воздействия загрязняющих веществ на водные объекты [Текст] / Волкова С. Н., Сивак Е. Е., Панченко И. В., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА». № 2009122978/05; заявл. 16.06.2009, опубл. 10.05.2011, Бюл. № 13. – 10 с.

7. Пат. 2480747 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/18 Способ определения норматива предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ на водные объекты [Текст] / Волкова С. Н., Сивак Е. Е., Потемкин С. Н., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА». № 2011115673/15, заявл. 20.04.2011; опубл. 27.04.2013, Бюл. № 12. – 6 с.

8. Пат. 2481574 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/18 Способ определения допустимого количества микробиологических показателей в водных объектах [Текст] / Волкова С. Н., Сивак Е. Е., Потемкин С. Н., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА». № 2011122173/15, заявл. 31.05.2011; опубл. 10.05.2013, Бюл. № 13. – 6 с.

9. Пигорев И. Я. Аэродинамическая характеристика породных отвалов при оценке дефляционных процессов на Курской магнитной аномалии [Текст] / И. Я. Пигорев, В. М. Солошенко, С. Н. Волкова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 2. – С. 75–77.

10. Шлеенко А. В. Прогнозирование рисков, разрушающих естественные экосистемы [Текст] / А. В. Шлеенко, С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак // Известия Юго-Западного государственного университета ЮЗГУ – 2014. – № 1(52) – С. 30–34.

11. Шлеенко А.В. Комплексные показатели экологического состояния поверхностных водных объектов [Текст] / А. В. Шлеенко, С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак // Известия Юго-Западного государственного университета ЮЗГУ. – 2014 – № 1 – С. 113–118.

УДК 628.192: 628.165.06

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПТИЦЕФАБРИК В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Жмырко Татьяна Григорьевна, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Государственный морской университет имени адмирала Ф. Ф. Ушакова» г. Новороссийск, **Россия**, *zhmyrko.tanya@mail.ru*

Новикова Татьяна Константиновна, доцент, ФГБОУ ВО «Государственный морской университет имени адмирала Ф. Ф. Ушакова», г. Новороссийск, **Россия**, *uripunov@yandex.ru*

Береза Ирина Германовна, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный морской университет имени адмирала Ф. Ф. Ушакова» г.Новороссийск, **Россия**, *irina.beryoza@mail.ru*

В статье описан способ снижения уровня воздействия отходов сельского хозяйства на водоемы и почвы. Приведены результаты экспериментальных исследований по ускоренной переработке куриного помета в эффективные экологически безопасные органоминеральные удобрения.

Ключевые слова: утилизация; отходы сельского хозяйства, куриный помет, органоминеральные удобрения.

RECYCLING FACTORY FARMS IN ENVIRONMENTALLY SAFE FERTILIZERS

Zhmyrko T. G. Novikova T. K. Beryoza I. G.

The article describes a method for reducing the level of impact of agricultural waste to water and soil. The results of experimental studies on accelerated processing of chicken manure in effective environmentally safe organomineral fertilizers are presented.

Key words: utilization; agricultural waste, chicken droppings, organomineral fertilizers.

Переход на малоотходные и безотходные технологии в настоящее время – важнейшая задача всех промышленных производств [1, 4, 5]. Целью настоящей работы является разработка мероприятий по снижению уровня воздействия образующихся отходов сельского хозяйства на окружающую среду, решение вопросов перехода к малоотходным и безотходным технологиям. В данной работе описан способ утилизации отходов птицефабрик с целью получения органоминеральных удобрений на ЗАО «Птицефабрика Новороссийск».

В корпусах птицефабрики установлено германское оборудование для напольного содержания и выращивания бройлеров. Перед запуском цыплят пол устилается опилками, которые через 45 дн (цикл выращивания бройлеров) вместе с накопившимся пометом вывозятся в помехранилище. В помехранилище на хранение оставляется 50 % опилочно-пометной смеси, остальные 50 % отправляются на поля агропредприятия «Раевское». В среднем с каждого корпуса за год получается около 60 т куриного помета вместе с опилками (15–20 %). Следует отметить, что куриный помет, классифицированный как «свежий», по факту является уже частично перепревшим, так как 45 дн опилочная подстилка не заменяется и помет вылеживается непосредственно в корпусах, теряя около 50 % влаги.

Птичий помет – полное быстродействующее удобрение, содержащее азот, фосфор и калий в легкодоступной для растения форме, дающее высокие прибавки урожая сельскохозяйственных культур. Его можно применять под все культуры в качестве основного удобрения в норме 2–5 % на 1 год с заделкой под плуг, а также в меньших дозах в подкормку озимых или пропашных культур с заделкой бороной или культиватором при междурядных обработках.

Содержание азота, фосфора и калия в птичьем помете резко меняется в зависимости от количества и качества корма: чем более концентрированный корм получает птица, тем больше питательных веществ содержится в помете. Азот в помете находится главным образом в форме мочевой кислоты, которая быстро разлагается с образованием аммиака. При правильном хранении помета в результате улетучивания аммиака происходят большие потери азота, достигающие 50 % и более за 1,5–2 мес. Для сохранения азота в помете лучше всего применять в птичниках сухую торфяную подстилку или опилки, которые поглощают выделяющийся из помета аммиак. При этом сокращаются выбросы аммиака в атмосферу, что улучшает качество воздуха в районе размещения предприятия [2, 5, 8].

Как уже было сказано, естественное перегнивание куриного помета происходит в течение 0,8–1 года. При этом выделяется значительное количество аммиака. Аммиак является иммуноподавляющим веществом и наносит ущерб воздушным мешкам (прозрачным тонкостенным выростам слизистой оболочки вторичных бронхов) птиц. При концентрации аммиака выше 20 мг/кг вызывается высокий стресс, повышается смертность и снижается прирост веса птиц.

Для ускоренной переработки куриного помета в эффективное экологически безопасное удобрение в процессе экспериментальных исследований была использована высококонцентрированная смесь ферментов и органических катализаторов, которые разлагают органические вещества до простых компонентов. При этом происходит связывание аммиака, образующегося в помете, предотвращая тем самым выделение аммиака в атмосферу и улучшая качество воздуха в помещениях для содержания птиц. Ферменты разрушают органические составляющие помета, превращая всю массу в компост, подготавливая его к дальнейшему использованию в качестве удобрений.

Благодаря подаче расчётного количества опилок и интенсивному смешиванию с пометом обеспечиваются оптимальные условия для дальнейшего протекания процесса компостирования: однородность смеси, оптимальные значения влажности и соотношения углерода и азота. В процессе выдержки компостной массы в емкостях активно протекает биотермический процесс разложения органических веществ, в результате которого на первой стадии происходит разогрев компостируемой массы до 50–70 °С. Периодическое перемешивание обеспечивает дополнительный приток воздуха, подачу верхних слоев массы внутрь и возобновление термофильного процесса. Следующей стадией является мезофильный процесс, который сопровождается постепенным понижением температуры до 30–35 °С и дозреванием компоста, его структуризацией, трансформацией органических веществ в более доступные для растений формы, снижение запаха.

Обработка смеси ферментным препаратом интенсифицирует процесс компостирования, разогрев компостной массы идет до более высоких температур. Созревание и структуризация компоста происходит за 7–10 дн, что значительно быстрее, чем при использовании таких ферментных препаратов, как «БИОФОКС-оксидол» (2 мес – по инструкции к применению) и «Байкал ЭМ 1» (3 мес). Количество применяемого ферментного препарата значительно меньше, чем у вышеперечисленных: рекомендуется использовать 500–700 мл «БИОФОКС-

оксидола» на 1 м² поверхности помета, 10 л рабочего раствора «Байкала ЭМ 1» на 1 т помета. Ферментный препарат, используемый в процессе эксперимента, следует применять в следующем соотношении: 5 л рабочего раствора на 1 т помета [3, 7, 8]. Отмечено влияние биопрепарата на снижение запаха в помещении.

Сертификационные и инспекционные испытания полученного компоста в рамках «Системы обязательной сертификации по экологическим требованиям» показали, что по содержанию органических веществ и микро- и макроэлементов он представляет собой высокоэффективное органическое удобрение (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимические показатели компоста

Массовая доля	%
Влаги	50–70
Органических веществ	50–70
Общего азота (N)	2,5–3,5
Общего фосфора (P ₂ O ₅)	2,5–3,5
Общего калия (K ₂ O)	1,5–2,0
Среднее содержание макро- и микроэлементов в мг/кг: кальций – 5300, железо – 2300, магний – 1500, кобальт – 5, марганец – 470, медь – 17, цинк – 2,5.	

Максимальный разовый выброс загрязняющих веществ определялся по формуле:

$G = V \times c$, г/с, где c – концентрация загрязняющего вещества, г/м³; V – объем газовой смеси, отходящей от источника выделения, м³/с.

$V = F \times U$, где F – площадь источника выделения, м²; U – скорость отходящего воздуха, м/с.

Валовый выброс загрязняющих веществ рассчитывался по формуле:

$M = G \times 3600 \times T \times 10^{-6}$, т/год, где T – время работы источника, час/год.

В состав компоста входят необходимые для растений микроэлементы (цинк, медь, бор), содержание тяжелых металлов ниже допустимых требований. По санитарным показателям и в радиологическом отношении компост безопасен, эстетичен по внешнему виду. Полученное удобрение сочетает в себе свойства органических и минеральных удобрений, не содержит семян сорных растений, патогенной микрофлоры и вредных химических веществ. В активной биологической форме прямого усвоения передает растениям сбалансированный набор макро- и микроэлементов, необходимых для интенсивного развития и получения высокоурожайной и качественной сельхозпродукции; повышает урожайность различных культур на 30–80 %, восстанавливает закисленные почвы, снижает содержание нитратов в растениях, содержит живые культуры аэробных бактерий, которые образуют и развивают плодородный слой почвы [2, 3, 5–7].

Получение органоминерального удобрения из куриного помета позволяет решить не только экологические задачи – защитить водоемы и почвы от воздействия экологически вредного куриного помета, но и решить некоторые финансовые вопросы:

- получение дополнительных финансовых средств за счет использования и реализации компоста в качестве органоминеральных удобрений;
- высвобождение финансовых средств за счет снижения воздействия куриного помета на окружающую среду, что не будет приводить к применению штрафных санкций со стороны контролирующих государственных органов;
- избавление от аммиака снижает смертность и повышает прирост веса птицы в течение цикла ее производства на птицефабриках;
- применение ферментного препарата резко снижает длительность получения компоста, что влияет на его себестоимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В. Н. Сельскохозяйственные отходы: от ликвидации до эффективного безопасного использования. / В. Н. Афанасьев, А. Ю. Брюханов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 3. – С. 30–3.

2. Беззубцев А. В. Использование птичьего помета в земледелии Омской области / А. В. Беззубцев, А. Г. Шмидт // Достижения науки и техники в АПК. – 2013. – № 10. – С. 17–19.
3. Беляева С. Д. Переработка осадков сточных вод в органические удобрения / С. Д. Беляева, А. Н. Виноградов, В. М. Назаркин, И. С. Смагина // Экология производства. – 2008. – № 7. – С. 64–67.
4. Жмырко Т. Г. Переработка отходов растительного происхождения для получения биологически активных веществ / Т. Г. Жмырко, Т. К. Новикова, А. М. Стихова // Вестник Государственного морского университета им. адм. Ф. Ф. Ушакова «Эксплуатация, безопасность и экономика водного транспорта». – Новороссийск : РИО ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2017. – № 1 (18). – С. 63–67.
5. Ибатулин, У. П. Системный подход к решению проблем отходов агропромышленного комплекса. / У. П. Ибатулин, В. И. Шатохин, И. П. Панченко // Экологический вестник России. – 2014. – № 6. – С. 38–42.
6. Лысенко В. П. Птицефабрики России – поставщики эффективных экологически чистых органических удобрений / В. П. Лысенко // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2002. – № 3. – С. 53–55.
7. Лысенко В. П. Переработка отходов – залог повышения экономики / В. П. Лысенко // Птицеводство. – 2013. – № 5. – С. 52–56.
8. Сметанин В. И. Обезвреживание отходов в сельском хозяйстве / В. И. Сметанин // Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М. : Колос, 2000. – С. 101–119.

УДК 631.862.2.:631.333.92

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПЕРЕРАБОТКИ СТОКОВ СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Киров Юрий Александрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, Самарская область, п. Усть-Кинельский, *kirov.62@mail.ru*

Сычев Алексей Сергеевич, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, Самарская область, п. Усть-Кинельский, *kirov.62@mail.ru*

Бореев Александр Анатольевич, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, Самарская область, п. Усть-Кинельский, *kirov.62@mail.ru*

Моисеев Евгений Владимирович, инженер кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», **Россия**, Самарская область, п. Усть-Кинельский, *kirov.62@mail.ru*

Обоснована актуальность очистки сточных вод, поступающих со свиноводческих комплексов с бесподстиловым содержанием, методом разделения на твердую и жидкую фракции. Приведена номограмма для определения относительного содержания влаги в навозных стоках. Описаны процессы обработки свиных навозных стоков на этапах разделения на фракции. Обоснована технологическая линия по переработке и утилизации навозных стоков свинокомплексов. Разработаны технические решения для повышения эффективности процесса разделения жидких свиных навозных стоков на твердую и жидкую фракции.

Ключевые слова: переработка сточных вод, навозные стоки, свинокомплексы, разделение на фракции.

JUSTIFICATION OF TECHNOLOGICAL LINE FOR PROCESSING DRAINS OF PIG-BREEDING COMPLEX

Kirov Y. A., Sychev A. S., Boreev A. A., Moiseev E. V.

The relevance of wastewater treatment coming from pig-breeding complexes with non-dresser content using the method of separation into solid and liquid fractions is substantiated. A nomogram is given to determine the relative moisture content of manure drains. We describe the processing of pig manure at the stages of separation into fractions. The technological line for processing and disposal of manure from pig farms has been substantiated. Technical solutions have been developed to increase the efficiency of the separation process of liquid pork manure into solid and liquid fractions.

Key words: wastewater treatment, manure drains, pig farms, separation into fractions.

С интенсификацией производства продукции животноводства связано строительство и реконструкция крупных свиноводческих комплексов, на которых используется гидравлический способ удаления навоза, который наиболее выгоден в технологическом плане, но вместе с тем влечет за собой ряд проблем экологического характера. Бесподстилочный свиной навоз, получаемый при данном виде навозоудаления, в необработанном виде представляет серьезную угрозу для заражения прилегающих к свинокомплексам территорий [1, 2].

В зависимости от содержания сухого вещества в бесподстилочном свином навозе, представляющем из себя смесь кала и мочи с водой и посторонними примесями (остатки кормов, щетина, шерсть, различный мусор, песок и т. д.), согласно ГОСТ 20432–82, различают: полужидкий навоз (содержание сухого вещества 8...14 %, влажность до 92 %); жидкий навоз (содержание сухого вещества 3...8 %, влажность 92...97 %); навозные стоки (содержание сухого вещества менее 3 %, влажность 97...98 %) (рисунок 1) [2, 3, 4].

Успешное решение проблемы переработки навозных стоков ведет к улучшению экологической обстановки на сельхозпредприятиях в целом, поэтому цель исследований – повышение эффективности технологии и технических средств переработки стоков свинокомплексов путем разделения их на фракции.

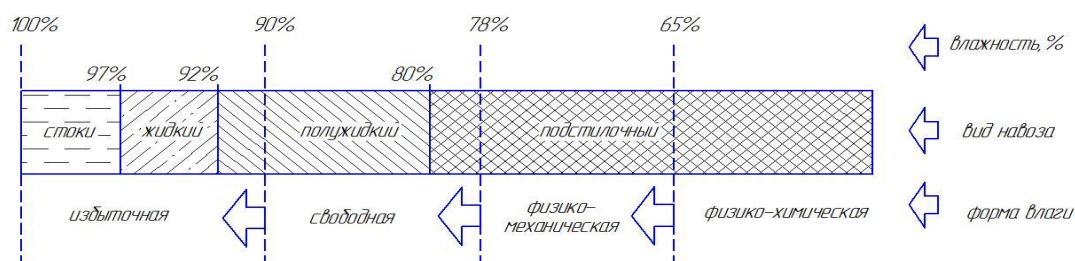


Рисунок 1 – Номограмма для определения относительного содержания избыточной влаги; свободной влаги; физико-механически связанной влаги и физико-химически связанной влаги в навозных стоках различной влажности W

Задачи исследований:

1. Обосновать технологическую схему процесса разделения на фракции и очистки свиных навозных стоков.

2. Разработать новые технические средства, повышающие эффективность процесса разделения на фракции и очистки свиных навозных стоков от взвешенных частиц.

Операция разделения на фракции является самым важным звеном в технологии переработки и утилизации навозных стоков, т. к. от качества отделенных фракций зависит дальнейшая эффективность всего технологического процесса (трудоемкость, энергоемкость, металлоемкость, эксплуатационные затраты и т. д.) Существует большое разнообразие технологических схем для разделения и утилизации навозных стоков. Однако до сих пор нет эффективных технических средств для достижения высокого качества продуктов разделения и доведения их параметров до зоотехнических и экологических требований.

В ФГБОУ ВО Самарская ГСХА разработана технологическая линия, позволяющая повысить эффективность процесса разделения свиных навозных стоков на фракции и сократить эксплуатационные и трудовые затраты на их переработку и утилизацию (рисунок 2) [6].

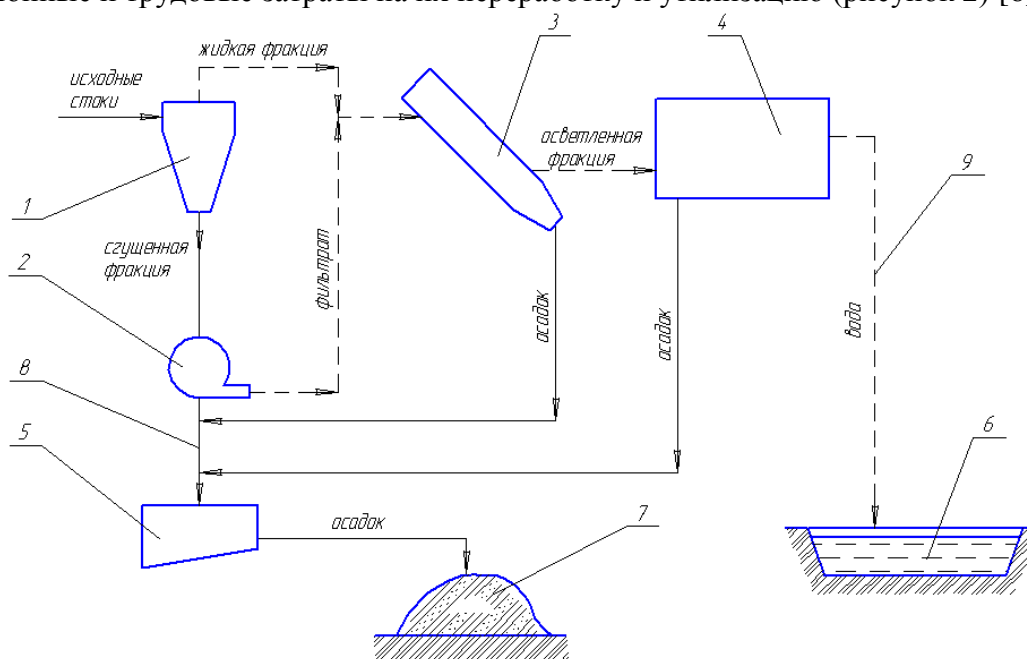


Рисунок 2 – Технологическая схема (патент РФ № 2474102)

Поступающий со свиноводческого комплекса сток подается в гидроциклон – сгуститель 1, где из него удаляется свободная влага. Сгущенный до влажности 88–89 % навозный сток далее поступает на вторичное разделение в непрерывно действующую фильтрующую центрифугу 2, где он обезвоживается до влажности 65–70 %. Отделенная на гидроциклоне-сгустителе 1 жидкая фракция навозных стоков и фильтрат, полученный после вторичного разделения в фильтрующей центрифуге 2, подаются на тонкослойный отстойник 3, где под действием гравитационных сил из образованной массы выделяется осадок твердых взвешенных частиц, а осветленная вода сливается в электрофлотатор 4, в котором посредством электролиза воды из осветленной воды выделяются во флотационный шлам более мелкие взвешенные твердые частицы. Твердая фракция навозных стоков, образованная после обезвоживания на фильтрующей центрифуге 2, осадок, полученный после осаждения в тонкослойном отстойнике 3, и флотационный шлам после очистки в электрофлотаторе 4, по единому транспортеру 8 поступают в накопительный бункер – дозатор 5, из которого периодически выгружаются и складированы на специальной площадке 7 для биотермического обеззараживания и использования в дальнейшем в качестве ценного органического удобрения. Очищенная после электрофлотатора 4 сточная вода, содержащая допустимое количество взвешенных твердых частиц, сливается по трубопроводу 9 в лагуну 6, где хранится до полного обеззараживания.

Исследования эффективности технических средств для разделения на фракции навозных стоков позволили выявить и обосновать наиболее перспективные в использовании машины и аппараты для общей технологической схемы [5].

Для первичного разделения исходной массы навозных стоков были разработаны технические средства, представляющие собой гидроциклон -сгуститель (патенты РФ: № 2257268, № 2257268, № 117322, № 122915).

На ступени вторичного разделения происходит дообезвоживание твердой фракции до влажности зоотехнических требований. Для интенсификации процесса вторичного разделения предложены усовершенствованные конструкции центрифуг (а. с. № 1507451, а. с. № 1585006). Твердая фракция навозных стоков, полученная после разделения на опытных образцах фильтрующих центрифуг, составляла 68...70 %, что позволяет подвергать её дальнейшему биотермическому обеззараживанию. Отличительной особенностью обработки жид-

кой фракции навозных стоков во флотаторе является одновременное обеззараживание осветленной воды за счет создания среды высоконасыщенной газом.

Использование предлагаемой технологической линии позволяет снизить влажность твердой фракции и содержание взвешенных твердых частиц в жидкой фракции навозных стоков до санитарно-гигиенически и зоотехнических требований и тем самым повысить экологическую безопасность обрабатываемых навозных стоков, поступающих со свинокомплексов.

Выводы:

1. Обоснована экологически безопасная схема процесса разделения на фракции и очистки навозных стоков свиноводческих комплексов.

2. Разработанные технические средства позволяют повысить эффективность процесса разделения на фракции и очистки стоков свиноводческих комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко А. М. Разделение жидкого свиного навоза на фракции [Текст] / А. М. Бондаренко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 8. – С. 3–4.

2. Коваленко В. П. Механизация обработки бесподстилочного навоза / В. П. Коваленко. – М. : Колос, 1984. – 159 с.

3. Капустин В. П. Обоснование способов и средств переработки бесподстилочного навоза / В. П. Капустин. – Тамбов : Изд-во Тамб. Гос. Техн. ун-та, 2002. – 80 с.

4. Киров Ю.А. Разработка технологической линии для разделения навозных стоков [Текст] / Ю. А. Киров // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 4. – С. 24–26.

5. Киров, Ю. А. Технология и технические средства для обеспечения экологической и технической безопасности на животноводческих комплексах (теория и расчет) : монография / Ю. А. Киров [и др.]. – Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2018. – 156 с.

6. Пат. 2471402 Российская Федерация, МПК⁷ А01С 3/00. Способ переработки животноводческих стоков [Текст] / Ю. А. Киров, Д. Р. Костерин, Т. Ю. Козлова, Д. Н. Котов, В. С. Зотеев ; заявители и патентобладатели : Ю. А. Киров, Д. Р. Костерин, Т. Ю. Козлова, Д. Н. Котов, В. С. Зотеев – № 2011130105/13 ; заявл. 19.07.2011 ; опубл. 10.02.2013, Бюл. – № 4. – 4 с. : илл.

УДК 631.862 : 631.8.022.3

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И АГРОХИМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Антонова Ольга Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», Россия, г. Барнаул, rassvial@mail.ru

Рассыпнов Виталий Александрович, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», Россия, г. Барнаул, rassvial@mail.ru

Отходы животноводства на крупных фермах представляют опасность для окружающей природной среды. В технологиях утилизации навоза находят всё большее применение биоферменты для целей получения концентрированных органических удобрений. Для условий умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края разработана технология приготовления гранулированных органических удобрений из навоза КРС.

Ключевые слова: биоферменты, биокомпост, гранулированные органические удобрения, агрохимические свойства.

ENVIRONMENTAL AND AGROCHEMICAL EFFICIENCY OF UTILIZATION OF WASTE OF LIVESTOCK IN THE CONDITIONS OF THE ALTAI TERRITORY

Antonova O. I., Rassypnov V. A.

Livestock waste in large farms is a danger to the environment. In manure utilization technologies, more and more bio-enzymes are being used to obtain concentrated organic fertilizers. For conditions of moderately dry and hilly steppes of the Altai Territory, a technology has been developed for the preparation of granular organic fertilizers from cattle manure.

Keywords: bioferments, biocompost, granular organic fertilizers, agrochemical properties.

В южной части Западной Сибири, где расположен Алтайский край, стойловый период крупного рогатого скота (КРС) составляет около семи месяцев. В каждом животноводческом хозяйстве мясомолочной специализации за это время накапливается большое количество навоза, который является органическим удобрением для растительных культур. Но в наши дни подстилочный навоз как удобрение в необработанном виде используется в сельском хозяйстве не в полном объёме по причине больших расходов на транспортировку, особенно на удалённые от ферм поля. Кроме того, свежий навоз обладает рядом свойств, которые негативно влияют на санитарное состояние почв и развитие растений.

На крупных животноводческих комплексах России и в зарубежных западных странах удаление навоза на фермах КРС осуществляется смывом водой и дальнейшим сбором в специальных хранилищах. Затем по трубопроводам доставляется для внесения на поля или вносятся разбрасывателями. Также жидкие стоки сливают в лагуны на полях фильтрации, где идёт испарение влаги и биологическое обеззараживание. Осадки стоков после сепарации жидкого навоза просушивают на специальных площадках и доводят до компостов, пригодных для внесения под сельскохозяйственные растения. Длительный период активных температур в Европе позволяет утилизировать навоз на открытых площадках, а собранная жидкая фракция в результате сбраживания в анаэробных условиях, выделяет горючие газы, пригодные для бытового использования, а также для просушки компостов [1].

Перед внесением навоза в почву необходимо его обеззаразить, а химический состав сделать безопасным и легкоусвояемым для растений при максимальном сохранении питательных элементов. Особенности климатических условий Сибири усложняют переработку навоза и получение из него компостов как полноценных органических удобрений.

Нами была поставлена цель изучить экологическую эффективность и агрохимическую ценность получения органических удобрений из навоза КРС с использованием биоферментов в условиях резко континентального климата Алтайского края. Для достижения цели были намечены задачи: 1) выбрать наиболее эффективные технологии биоферментации, способные в условиях Сибири подавить негативные свойства навоза КРС; 2) определить удобрительные свойства гранулированных органических удобрений.

Объекты и методы исследования. Исследования по приготовлению биокомпостов из подстилочного навоза проводили в ООО «Система» Топчихинского района, в котором его накапливается ежегодно около 9,6 тыс. т. Хозяйство расположено в центральной части Приобского плато и имеет более 15000 га пашни с удалением основных полей от места получения навоза от 5 до 15 км. Вносить навоз на эти полях экономически невыгодно. Поэтому получение биокомпостов с ускоренной минерализацией органических остатков, с последующим высушиванием и получением гранулированных удобрений позволит вносить органические удобрения в дозах 0,5–3,0 ц на 1 га совместно с посевом и расширить удобряемые площади на отдалённых полях.

Для приготовления компостов в ООО «Система» (с. Фунтики Топчихинского района) были заложены варианты с массой навозного бурта по 10 т по схеме: 1) контроль, 2) Байкал ЭМ-1 – 0,4 л/т, 3) санвит-К – 50 г/т, 4) санвит-К – 100 г/т.

Результаты исследований. Животноводческие комплексы, как правило, располагаются за пределами сельских поселений, но, тем не менее, они являются очагами экологической напряженности. Это связано с накоплением большого количества навоза за длительный стойловый период.

Приватизация земельного фонда привела к разрушению системы землеустройства и появлению большого количества мелких фермерских хозяйств. После разукрупнения земельно-

го фонда колхозов и совхозов в Алтайском крае, как и во всей стране, произошли структурные изменения в использовании земель. Появившиеся мелкие фермерские хозяйства, как правило, получили земельные наделы на ближайших к сельским поселениям полях, что послужило основной причиной лишения дальних полей органическими удобрениями.

Появление сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств в новых экономических условиях разрушило систему комплексного развития производства в аграрном секторе. Было уничтожено множество крупных животноводческих комплексов, что привело к сокращению не только основной продукции, но и побочной в виде навоза КРС и птичьего помёта. Оставшиеся фермы лишились земельных угодий, куда можно вносить навоз, от чего на фермских территориях скапливалось его огромное количество. Это создавало неблагоприятную экологическую обстановку, а также социальное напряжение в рядом расположенных жилых зонах. В настоящее время в сельских производственных кооперативах появились молочно-товарные фермы, птицефабрики, свиноводческие комплексы с современным оборудованием по удалению навоза и сбору помёта. Технологии удаления навоза позволяют его накапливать в больших количествах, но оказалось, что вывозить его зачастую некуда и нечем.

Из обзора имеющихся на рынке России биопрепаратов, ускоряющих разложение соломистого подстильного навоза, наименее затратными, являются Санвит-К и препараты группы ЭМ – Байкал ЭМ-1, экобактер, эмбико-компост и Тамир. Препараты производятся в промышленных масштабах, доступны по цене и пригодны для наземного компостирования без укрытия, просты в применении [2]. В связи с этим с 2013 г. начаты и по настоящее время проводятся исследования химического состава твердой фракции с разным сроком хранения и получения на её основе органических удобрений в виде биокомпостов и в гранулированном виде.

Нами проведено изучение химического состава исходного навоза и биокомпостов, полученных через 40 дн и через два месяца компостирования. Биокомпосты с добавлением ферментных препаратов быстрее теряли влагу по сравнению с исходным навозом. В них более чем в два раза увеличивалось содержание гуминовых соединений с 4,4 до 9,6 %, а количество основных элементов питания (NPK) становилось более концентрированным по мере потери влаги. Следует отметить, что по всем вариантам биокомпостов наибольшее разложение навоза через 40 дн произошло при использовании препарата Санвит-К в дозе 100 г/т, с неполным разложением соломы отмечались биокомпосты без применения биопрепаратов и с использованием Байкала-ЭМ1. Слабее было разложение навоза в варианте с использованием препарата Санвит-К в дозе 50 г/т, где он полностью разложился через 3 мес [3].

Влажность с увеличением срока хранения снижалась по обычному компосту с 69,8 до 50,8, по компосту с Байкалом ЭМ-1 – с 68,0 до 42,2, по компосту с препаратом Санвит-К 50 г/т – с 73,5 до 43,7 %. Величина pH варьировала в компостах в пределах от 8,2 до 8,9 с некоторым подщелачиванием к последнему сроку хранения. Существенных различий по вариантам не было.

Содержание органического вещества снижалось по обычному компосту с 60,5 до 35,0 %, по компосту с Байкалом ЭМ-1 – с 42,0 до 21,7, по варианту с препаратом Санвит-К 50 г/т – с 42,5 до 31,5 %, по варианту с препаратом Санвит-К 100г/т – с 69,0 до 33,2 %. Количество гуминовых соединений, стимулирующих рост и развитие растений и повышающих их иммунитет к возбудителям болезней и перепадам температур, варьировало в компостах по срокам и сравнительно больше было по вариантам с использованием препаратов Санвит-К. Важным показателем эффективности действия органических удобрений является соотношение между C : N. По мере компостирования по всем биокомпостам соотношение снижалось и наименьшим было в варианте применения препаратов Байкал ЭМ-1 и Санвит-К в дозе 100г/т, где оно составило уже к 40 дн соответственно 9,8–10,6 против 11,9–14,6 по другим вариантам.

Удобрительные свойства биокомпостов, кроме этого, определяются общим количеством элементов питания и их подвижных форм. Общее количество азота в обычном компосте, снизилось с 1,69 до 1,31–1,27 %. В биокомпосте с Байкал ЭМ-1 оно практически осталось близким или равным исходному и составило соответственно 1,61 и 1,78 %, в биокомпо-

сте с 50 г/т Санвит-К – 1,71 и 1,70 %. В биокомпосте со 100 г/т препарата Санвит-К после 40 дн компостирования оно было выше исходного и составило 2,14, против 2,07 %, а затем через 2 мес снизилось до 1,93 %.

Уровень фосфора в обычном компосте снизился к 40 дн с последующим увеличением содержания и составил 0,26–0,35 при 0,32 % исходных. В биокомпостах с использованием биопрепаратов и добавкой фосфоритной муки его содержание было выше, чем в обычном компосте и в исходном навозе. Сравнительно больше общего фосфора было в биокомпостах с препаратом Санвит-К в дозе 100 г/т и Байкал ЭМ-1.

Таким образом, в условиях Алтайского края, имеющего развитое животноводство, можно утилизировать подстилочный навоз непосредственно на фермах с использованием биоферментов и в более короткие сроки и получать органические удобрения, обогащённые основными элементами питания. При внесении локально с семенами в ризосфере растений повышается биологическая активность почвы, повышается устойчивость растений к патогенной микрофлоре и увеличивается урожайность растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Роль живых организмов в развитии сложного компоста [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 96. – С. 334–359. – Режим доступа <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/25.pdf> 1.

2. Гильмутдинов М. Г. Испытание органоминеральных удобрений с применением препаратов «Байкал ЭМ-1» и «Тамир» при возделывании яровой пшеницы [Текст] / М. Г. Гильмутдинов, З. И. Исмагилов // Достижения ЭМ-технологий. Вопросы практического применения микробиологических препаратов : сб. трудов. – М., 2006. – С. 24–26.

3. Технологическая линия получения органоминеральных удобрений из навоза КРС с использованием биоферментов [Текст] / О. И. Антонова [и др.]. – Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2018. – 58 с.

УДК 631.8,631.55

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ ИЗ КУРИНОГО ПОМЕТА С ПРЕПАРАТОМ «МЕФОСФОН»

Сибгатуллин Фатих Саубанович, доктор ветеринарных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Казанский аграрный университет», *Россия, Республика Татарстан, г. Казань*

Халиуллина Зульфия Мусавиховна, кандидат химических наук, доцент ФГБОУ ВО «Казанский аграрный университет», *Россия, Республика Татарстан, г. Казань*, khaliullinaz@mail.ru

Петров Андрей Михайлович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, *Россия, Республика Татарстан, г. Казань*

Синяшин Кирилл Олегович, помощник директора по инновационной деятельности, Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН, *Россия, Республика Татарстан, г. Казань*

Сравнительные полевые испытания эффективности применения компостируемого куриного помета (контроль) и полученного с применением препарата «Мефосфон» удобрения «Компост УП-1» (опыт) показали, что использование последнего положительно сказывается на росте яровой пшеницы Йолдыз. Растения, выросшие на опытном участке, имели более высокий коэффициент кущения, большее количество зерен в колосе, прирост урожайности составил 14 ц/га. Зерно, полученное с опытного участка, имело более высокие показатели по таким характеристикам, как стекловидность, массовая доля клейковины и белка. Экспериментальные данные подтверждают, что использование при выращивании яровой пшеницы Йолдыз в качестве удобрения продукта «Компост УП-1» обеспечивает прирост урожая при получении более качественного зерна.

Ключевые слова: мефосфон, куриный помет, компост «УП-1», урожайность.

THE RESULTS OF THE PRACTICAL APPLICATION OF FERTILIZER DERIVED FROM CHICKEN MANURE WITH THE USE OF THE DRUG «MEPHOSPHONE»

Sibagatullin F. S., Khaliullina Z. M., Petrov A. M., Sinyashin K. O.

The comparative field tests on the effectiveness of the application of composted chicken manure (control) and obtained with the use of the drug "Mephosphone" fertilizer "Compost "UP-1" (experience) showed that the use of the latter has a positive effect on the growth of spring wheat Yoldyz. Plants growing in the experimental plot had a higher rate of tillering, more grains per spike, the yield increase was 14 kg/ha. Grain obtained from the experimental plot were higher on characteristics such as vitreousness, mass fraction of gluten and protein. Experimental data confirm that the use of Yoldyz as a fertilizer of the product "Compost "UP-1" in the cultivation of spring wheat provides an increase in yield when obtaining better grain.

Keywords: dimephosphone, chicken manure, compost "UP-1", productivity.

Присутствующие в свежем курином помете органические вещества, соединения азота, кальция, магния, калия и фосфора при внесении в почву стимулируют более быстрый рост и развитие растений, способствуют повышению качества сельскохозяйственной продукции. В то же время, санитарно-гигиенические характеристики не позволяют использовать помет без предварительной, достаточно длительной обработки, что приводит к потере полезных свойств. Это требует разработки мероприятий, направленных на сокращение сроков его созревания, в том числе и а счет применения биологически активных препаратов, интенсифицирующих метаболические процессы. Одним из веществ, обладающих подобными свойствами, является препарат «Мефосфон», в присутствии которого и было проведено компостирование куриного помета [3].

Цель работы – определить эффективность использования, полученного при компостировании куриного помета с применением препарата «Мефосфон» продукта «Компост УП-1» в качестве удобрения для выращивания зерновых культур. Полевые испытания проводили на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах сельхозугодий РТ с низкой степенью окультуренности (гумус – 2,3 %, P_2O_5 – 187,5 мг/кг, K_2O – 5,2 мг/кг, pH – 5,2). В качестве посевного материала использовали среднеспелый сорт яровой мягкой пшеницы Йолдыз, разновидность лютеценс [1].

При анализе таких характеристик, как длина стебля, абсолютно сухая масса растений, площадь флагового листа, длина колосьев, количество зерен в колосе, использован однофакторный дисперсионный анализ данных методом НСР (наименьшей существенной разницы) [2]. Испытания проводили на 2 участках: контроль – вносился компостированный бесподстильный куриный помет; опыт – вносился полученный с применением препарата «Мефосфон» продукт «Компост УП-1». Площадь контрольного и опытного участка составляла по 300 м².

Полученный из куриного помета с использованием препарата «Мефосфон» продукт «Компост УП-1» и полученный без внесения препарата компост во второй половине ноября 2017 г. были внесены на опытные участки из расчета 26 ц/га, после чего была осуществлена их вспашка. 11 мая 2018 г. участки были засеяны яровой пшеницей сорта Йолдыз. Предпосевную культивацию проводили боронованием дискатором Амазон, посев сеялкой СЗП-3,6. В фазе полного кущения растений яровой пшеницы проводилась обработка гербицидом Агростар (0,15 кг/га). Защита растений от сорняков и болезней была одинакова в обоих вариантах.

Проведенный анализ не выявил существенной разницы в сроках всхожести и наступления фенологических фаз развития растений на обоих участках. Всхожесть растений на контрольном и опытном участке была одинаковой – 96,6 и 96,2 %, соответственно. Длина стебля в фазах кущения –и молочная спелость в обоих вариантах также отличалась незначительно (рисунок 1). Только на последних этапах созревания растения в опыте были примерно на 10 % длиннее, чем в контроле.

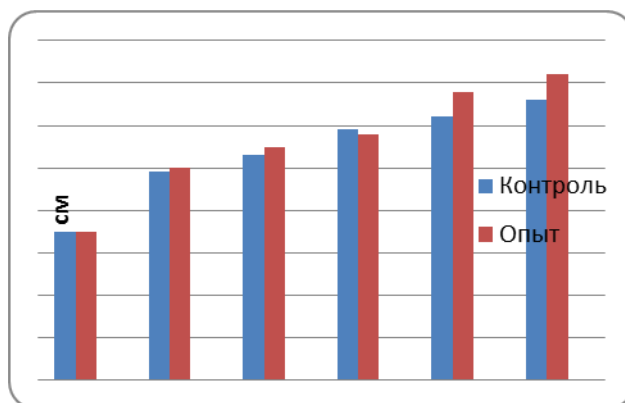


Рисунок 1 – Средняя длина стеблей на разных этапах развития растений.

К фазе колошения в опытном варианте растения быстрее, чем в контроле, наращивали фитомассу при пропорциональном ее увеличении в периоды формирования, налива и созревания зерна (рисунок 2).

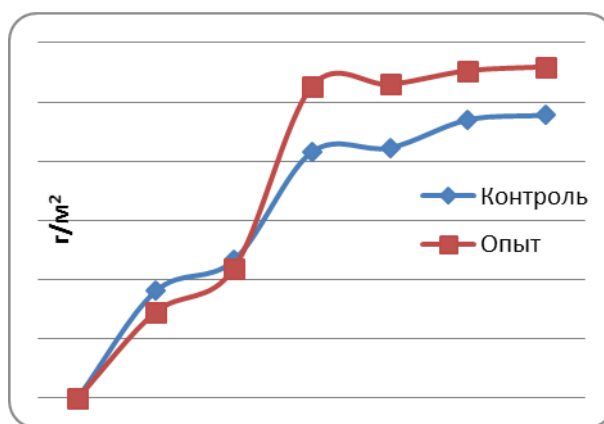


Рисунок 2 – Динамика абсолютной сухой массы растений на разных этапах развития.

Проведенные измерения не выявили существенных различий в площади флагового листа в опытном и контрольном вариантах. В фазах колошения и полной спелости длина колоса в опытном варианте была на 7 и 6 % длиннее, чем в контроле. Количество зерен в колосьях пшеницы при сборе урожая с опытного участка было на 32 % больше, чем в контроле, при сопоставимой массе семян (таблица 1).

Уборка урожая проводилась 29 августа 2018 г. комбайном New Holland CX 6090. Зерно с каждой делянки собиралось в отдельные мешки для дальнейшего проведения анализа на качество. Одновременно с уборкой урожая были проведены подсчеты зерен в колосьях.

Анализ показателей роста и продуктивности растений, выросших на разных участках, показал, что технология получения органического удобрения из куриного помета влияет на структуру урожая пшеницы (таблица 1).

Пшеница, взошедшая на опытном участке, имела более высокие показатели коэффициента кущения и количества зерен в колосе.

Таблица 1 – Влияние технологии возделывания на структуру урожая.

Вариант	Количество растений к уборке, шт./м ²	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Коэффициент кущения	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Контроль	545	559	1,03	34	29,4
Опыт	533	564	1,06	45	28,8

Невысокие относительно сортовой нормы показатели массы 1000 семян связаны с неблагоприятными погодными условиями в период вегетации (выпал 51 % от средней нормы осадков).

В опыте урожайность зерна составила – 42 ц/га, что на 14 ц больше, чем в контроле. Полученные экспериментальные данные показывают, что использование при выращивании яровой пшеницы Йолдыз в качестве удобрения продукта «Компост УП-1» обеспечивает более высокую, в сравнении с компостируемым куриным пометом, урожайность.

Анализ качества зерна показал, что продукция с опытного участка была лучше по таким показателям, как стекловидность, содержание клейковины (сырой и сухой), содержание белка (в том числе на сухое вещество), число падения (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели качества зерна яровой пшеницы Йолдыз

Показатель	Контроль	Опыт
Стекловидность, %	67	83
Массовая доля сырой клейковины, %	15,53	20,80
Массовая доля сухой клейковины, %	6,19	7,71
Массовая доля белка, %	9,34	12,30
Массовая доля белка на сухое вещество, %	10,65	12,94
Число падения, с	321	358
Качество сырой клейковины (единицы прибора ИДК)	68	73
Массовая доля влаги, %	13,0	13,4
Масса 1000 семян, г	29,4	28,8
Натура, г/л	755	727,9
Выравненность, %	52,7	52,7

Выводы

1. Полевые испытания показали, что использование продукта компост «УП-1» интенсифицирует процесс развития растений и созревания зерна, приводит к увеличению всхожести, длины колоса в фазе полной спелости, количества зерен в колосьях пшеницы.

2. Зерно, полученное с участка с использованием продукта компост «УП-1» по таким характеристикам, как стекловидность, содержание клейковины и белка, число падения, имело более высокие показатели, чем зерно с контрольного участка.

3. Полученные экспериментальные данные показывают, что использование при выращивании яровой пшеницы Йолдыз в качестве удобрения продукта компост «УП-1» обеспечивает более высокую в сравнении с компостируемым куриным пометом урожайность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василова Н. З. Сорт яровой мягкой пшеницы – Йолдыз / Н. З. Василова, Д. Ф. Асхадуллин, Э. З. Багавиева, М. Р. Тазутдинова // Нива Татарстана. – 2017. – № 3–4. – С. 20–23.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб., 1985.
3. Сибатуллин Ф. С. Изучение процессов ферментации куриного помета под воздействием биологически активной добавки «Мефосфон» / Ф. С. Сибатуллин, З. М. Халиуллина, А. Р. Сафиуллина, А. М. Петров, К. О. Синяшин, М. В. Шулаев // Вестник Казанского ГАУ. – 2018. – № 2(49) – С. 42–46.

ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ СВИНОВОДЧЕСКИХ СТОЧНЫХ ВОД НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВ

Чезлова Ольга Евгеньевна, научный сотрудник, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Брест, olgachezlova@tut.by

Волчек Александр Александрович, доктор географических наук, профессор, декан факультета инженерных систем и экологии, Брестский государственный технический университет, Республика Беларусь, г. Брест, Volchak@tut.by

Басалай Екатерина Николаевна, м. н. с., Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Брест, basalaiekaterina@yandex.ru

Исследование показало, что использование сточных вод свиноводческого комплекса нормами 90, 180, 270 т/га в начальном периоде использования сельскохозяйственных полей орошения не приводит к избыточному накоплению биогенных элементов в почве.

Ключевые слова: сточные воды свинокомплекса, орошение, биогенные элементы, органическое вещество, водородный показатель.

EFFECTS OF THE INTRODUCTION OF PIG-BREEDING WASTE WATER ON SOIL CONDITIONS

Chezlova O., Volchak A., Basalai E.

The study showed that the use of wastewater of the pig-breeding complex with the norms of 90, 180, 270 t / ha in the initial period of use of agricultural irrigation fields does not lead to excessive accumulation of biogenic elements in the soil.

Keywords: pig wastewater, irrigation, nutrients, organic matter, pH.

Внесение бесподстилочного навоза, наряду с увеличением плодородия почв (за счет снижения кислотности; оптимизации водно-воздушного режима; накопления элементов питания растений и др.) [1, 5], может привести к загрязнению почвенных ресурсов и подземных вод нитратами, соединениями фосфора и другими веществами в опасных концентрациях [4, 2, 3, 6].

Задачей данного исследования явилась оценка динамики биогенных элементов (количество обменного аммония, нитраты, подвижные соединения фосфора), а также органического вещества и рН почвы сельхозугодий при орошении ее животноводческими сточными водами (СВ) селекционно-гибридного центра (СЦГ) «Западный» – крупного свиноводческого комплекса Брестской области.

В вегетационный период 2015–2016 г. был проведен мелкоделяночный полевой опыт. Почва исследуемого участка дерново-подзолистая глееватая на связном песке, подстилаемая с глубины 92 см рыхлой супесью, а с глубины 164 см – глиной. В эксперименте использованы 3 поливные нормы СВ: 90, 180 и 270 м³/га. Участок был занят сообществом многолетних трав, включающих овсяницу тростниковую, ежу сборную, клевер луговой. Площадь делянки 1 м². Повторность трехкратная. В 2015 г. был произведен один полив (июль 2015 г.) указанными нормами. В течение вегетационного сезона 2016 г. было произведено 3 полива указанными выше нормами (апрель, май, июль). Оросительные нормы составили соответственно 270, 540 и 810 м³/га. В работе использовались стандартные методики выполнения измерений.

Содержание аммонийного азота и нитратов в почве очень динамично и зависит от деятельности микроорганизмов и растений. На рисунке 1 показана динамика азота аммонийного в почвах опытного поля в 2016 г.

В результате полива стоками в 2015 г. к началу вегетационного сезона 2016 года наблюдалась статистически значимая разница ($\alpha=0,05$) между содержанием N-NH₄ в почвах различных вариантов опыта. Так, при поливе СВ 270 т/га содержание азота аммонийного превышало его количество в контроле на 70 %, при 180 т/га – 50 %, при 90 т/га – 30 %. К концу вегетационного периода происходило снижение количества данного соединения по

всем вариантам опыта и приближение его к значению в контроле. Дисперсионный анализ выявил статистически достоверное отличие с положительным знаком средних значений показателя во всех вариантах опыта от среднего значения в контроле ($\alpha=0,05$).

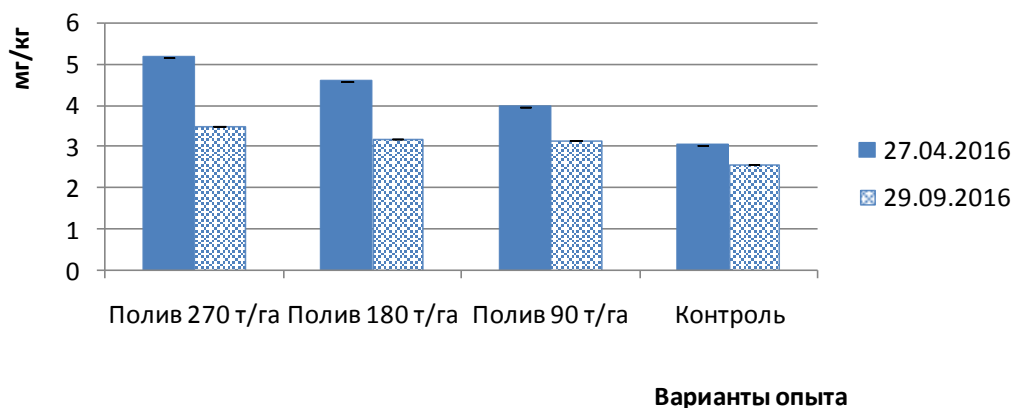


Рисунок 1 – Динамика азота аммонийного в почвах

Содержание нитратов в почве при орошении животноводческими стоками нарастает к концу вегетационного периода при всех исследованных нормах полива, кроме 90 т/га. При норме 270 т/га возрастание составило 38 %, при норме 180 т/га – 23 %. При норме 90 т/га наблюдалось снижение количества нитратов на 2,2 % (рисунок 2).

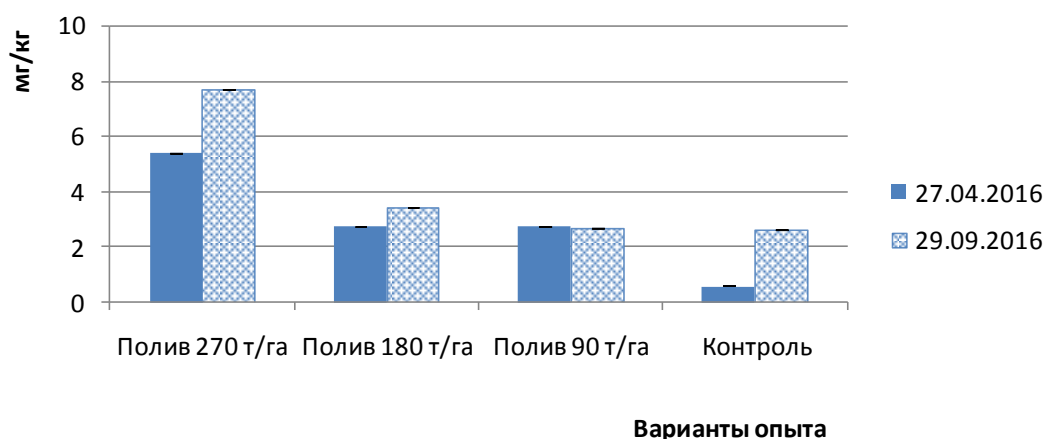


Рисунок 2 – Динамика нитратов в почвах опытного участка

Наибольшее содержание нитратов в почве в конце вегетационного сезона наблюдалось при норме полива 270 т/га – 7,72 мг/кг. Однако это значение не превышало предельно допустимого значения для данного соединения – 130 мг/кг. При вариантах полива СВ 270 и 180 т/га наблюдалась статистически значимая положительная разница с контролем без полива СВ. В процентном выражении разница составила при норме 270 т/га 234 %, при норме 180 т/га – 48 %.

Содержание фосфора в почвах опытного участка демонстрировало снижение количества элемента к концу вегетационного периода и было сопоставимо со значением его в контроле – отсутствовала статистически значимая разница ($\alpha=0,05$) между политыми СВ делянками и участком без полива (рисунок 3).

При внесении жидкой органики наблюдалась тенденция возрастания рН солевой вытяжки почвы с увеличением нормы полива СВ (рисунок 4).

Так, при норме полива СВ 270 т/га увеличение составило 7,2 %, при норме 180 т/га – 2,4 %, при норме 90 т/га – 2,6 %. В контроле возрастание составило 0,8 %. К концу вегетационного сезона наблюдалась статистически значимая разница с положительным знаком ($\alpha=0,05$) между значением показателя в почвах контрольных делянок и делянок с поливом 270 и 180 т/га.

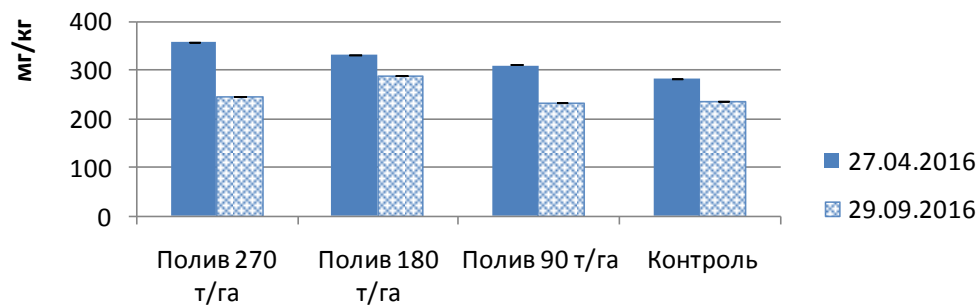


Рисунок 3 – Динамика фосфора (P_2O_5) в почвах опытного участка

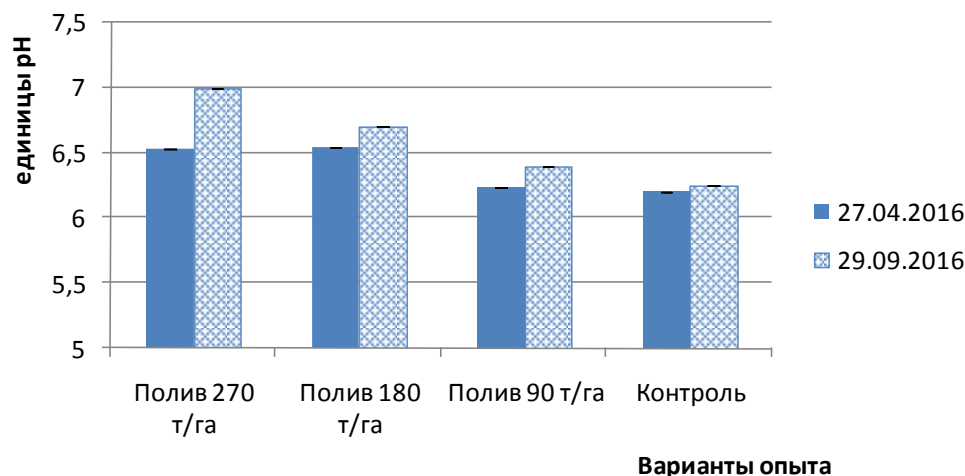


Рисунок 4 – Динамика изменения водородного показателя в почвах

В начале вегетационного сезона 2016 г. в почвах политых делянок наблюдалось большее содержание органического вещества, чем в контрольных, что объясняется поливом стоками в 2015 г. (рисунок 5).

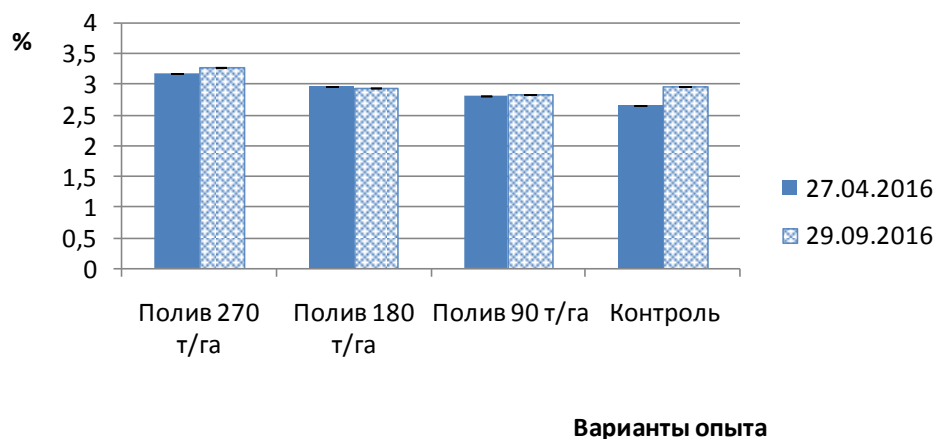


Рисунок 5 – Динамика изменения количества органического вещества в почвах опытного участка

Разница с контролем составила для варианта с поливом 270 т/га 19,5 %, для варианта 180 т/га – 12 %, для варианта 90 т/га – 5,64 %. Полученный результат значим на уровне $\alpha=0,05$. В конце вегетационного сезона не наблюдалось значимых различий по вариантам опыта.

Таким образом, исследование показало, что использование жидких стоков свиноводческого комплекса нормами 90, 180, 270 т/га в начальном периоде использования сельскохозяйственных полей орошения не приводит к избыточному накоплению биогенных элементов в почве.

Однако при дальнейшем использовании полей орошения это может произойти, и необходимо проводить постоянный мониторинг содержания биогенных элементов в почвах с тем, чтобы вовремя проводить ремедиационные мероприятия при увеличении их концентрации выше допустимого уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В. А. Использование навоза свиней на удобрение / В. А. Андреев, Н. М. Новиков. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 51 с.
2. Голченко М. Г. Влияние орошения кормовых угодий стоками животноводческих комплексов на природную среду / М. Г. Голченко, В. И. Желязко, Н. Н. Михальченко // Проблемы мелиорации и водного хозяйства на современном этапе : Материалы междуна. науч.-практ. конф. – Горки, 1999. – Ч.1. – С. 75–77.
3. Демидов А. Л. Воздействие навозосодержащих отходов животноводческих объектов Республики Беларусь на почвенный покров / А. Л. Демидов, В. В. Мажинская, И. В. Жигунова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : Сб. тр. III международной научной экологической конференции / под ред. А. И. Трубилина, И. С. Белюченко. – Кубанский государственный аграрный университет 20–21 марта 2013 г. – Краснодар, 2013. – С. 20–25.
4. Желязко В. И. Использование бесподстилочного навоза на мелиорируемых агроландшафтах. Теория и практика / В. И. Желязко, П. Ф. Тиво. – Минск : ИООО «Право и экономика», 2006. – 296 с.
5. Тарасов С. И. Агроэкологические особенности длительного применения бесподстилочного навоза / С. И. Тарасов, Н. А. Кумеркина // Химия в с.-х. – 1996. – № 6. – С. 27–31.
6. Титова В. И. Промышленное свиноводство и экология: проблемы сосуществования / В. И. Титова, В. Б. Караксин, Е. Ю. Гейгер. – Н. Новгород : Изд-во ВВАГС, 2003. – 201 с.

УДК 338.1.622.7

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Гурбанова Зумруд Рамазан кызы, кандидат технических наук, доцент, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Азербайджанская Республика, г. Баку, *eldar_qurbanov_54@mail.ru*

Исходя из тесной взаимосвязанности и взаимообусловленности задач по снижению уровня отходов производства и охране окружающей среды, автор излагает основные положения эколого-экономического подхода к оценке хозяйственного значения переработки минерального сырья и эффективности его использования в различных отраслях народного хозяйства на примере Азербайджанской Республики.

Ключевые слова: отходы производства, экология, экономический эффект, технология, минеральное сырье.

ECOLOGICAL-ECONOMICAL IMPORTANCE OF PRODUCTION FROM WASTES UNDER THE CONDITION OF AZERBAIJAN REPUBLIC

Gurbanova Z. R.

Wastes use in production firstly forms the wastes production in connection with some processes and consequently the environment protection is realized. Here the wasters are used as mineral raw, and it has a great, economical, agricultural importance. Our experiments and researches show its multilateral rationality under the Azerbaijan Republic condition.

Key words: wastes, production, ecology, economical profit, technology, mineral raw.

В результате значительного роста масштаба и уровня концентрации промышленного производства идет процесс непрерывно возрастающего сосредоточения различного рода отходов в районах добычи и переработки первичного сырья. Негативное влияние промышлен-

ных отходов на сельскохозяйственное производство осуществляется двойко. С одной стороны, под отвалы изымаются значительные площади из земельного фонда, с другой – снижается естественная производительность природных ресурсов в зонах, прилегающих к источникам загрязнения окружающей среды.

В то же время практически все виды отходов горнопромышленного производства могут служить сырьевой базой для успешного развития важных отраслей народного хозяйства. Практика показывает, что во многих случаях производство продукции из отходов в 2–4 раза дешевле, чем из специально добываемого сырья, а окупаемость капиталовложений составляет 1,5–2 года. В настоящее время, благодаря реализации существующих предпосылок использования отходов (высокого уровня их масштабов и концентрации, научно-технических достижений, спроса на соответствующие виды продукции), в данной области достигнут определенный успех.

При излагаемом подходе к определению эффективности использования отходов по традиционному критерию отношений сравнительной экономической эффективности к минимуму приведенных затрат добавляется еще один – максимальное снижение или компенсация сопряженных и прямых «внешних» затрат-потерь, связанных с неиспользованием отходов, с учетом строгого соблюдения социально-экологических ограничений по загрязнению окружающей среды. Непременным условием эффективной реализации эколого-экономического подхода на практике является комплексный анализ проблемы с учетом как отраслевых, так и межотраслевых аспектов на различных таксономических территориальных уровнях. Рассмотрим это на примере Азербайджанской Республики, занимающей одно из ведущих мест в регионах по производству промышленной и сельскохозяйственной продукции [1].

Характерной чертой является уровень концентрации отходов в республике. Так, на три экономических района республики (Апшерон, Гянджа-Газах и Нахичеван) приходится более 87 % суммарного ежегодного выхода и 89% накопления отходов в отвалах. Еще выше уровень концентрации отходов по отдельным его видам, что является одной из благоприятных предпосылок их возможного эффективного использования.

Высоким уровнем концентрации отходов отличается Гянджа-Газахский район – один из ведущих сельскохозяйственных районов страны. Доказано, что имеющиеся здесь, например, глиноземные шламы могут использоваться как вяжущее при закладке штатных выработок, а также при производстве стеклошлакового бетона, силикатного кирпича, ячеистого бетона, давая при этом экономический эффект. Так, стоимость 1 м³ стеклошлакового бетона на 12,4 % ниже, чем цементного бетона, а при производстве ячеистого бетона экономия составляет 1,34 ман/м³. Характерно то, что технология не отличается от общепринятой.

В отличие от энергетического производства высоким уровнем комплексности отличается цветная металлургия, где доля попутной продукции в общем выпуске достигает 30 %. Вместе с тем здесь еще большие неиспользуемые резервы, а отрасль остается одним из основных источников поступления в окружающую среду особо вредных веществ, что во многом объясняется, на наш взгляд, преобладанием чисто отраслевого технологического подхода к данной проблеме. Так, например, в настоящее время в отвалах предприятий цветной металлургии Гянджа-Газахского района накоплены значительные количества хвостов обогащения, содержание металлов в которых в большинстве случаев значительно превышает их содержание в добываемой руде. Медленно решаются вопросы по нейтрализации и захоронению особо вредных отходов.

Отдельные предприятия цветной металлургии в значительной степени снижают качество окружающей среды. В частности, это может стать серьезным препятствием на пути развития сельскохозяйственного производства в пригородных зонах соответствующих населенных пунктов. В данном случае особо актуальным является комплексный региональный подход с привлечением широкого круга институтов и специалистов к оценке современного и будущего ущерба, наносимого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. В чисто экологическом плане главной целью является избежание формирования техногенных геохимических аномалий на существующих естественных фонах. Учитывая фактор ограниченно-

сти капиталовложений, на региональном уровне могут находиться более эффективные на сегодня направления решения проблемы [2].

Для Апшеронского района характерной является проблема использования фосфорных шлаков. Расчеты показывают, что использование 4 млн т фосфорных шлаков может дать годовой экономический эффект не менее 17 млн манат при сроке окупаемости капиталовложений не более 3 лет.

Рассмотрение только нескольких примеров показывает возможность эффективного решения проблемы использования отходов. Это, безусловно, потребует проведения обширных дополнительных исследований. Интересным является тот факт, что в отдельных случаях проблема комплексного использования минерального сырья и отходов его переработки вступает в кажущееся противоречие с задачами по охране окружающей среды. Все это лишний раз подчеркивает необходимость комплексного подхода к данной проблеме, который на базе эколого-экономической оценки всех видов отходов, технологий, природно-экономических особенностей соответствующего района позволил бы определить очередность решения стоящих задач.

Необходимо учитывать, что в условиях современного производства основным рычагом рационального использования природных ресурсов является комплексное народнохозяйственное планирование с учетом экономичности их применения. В основу же политики по данному вопросу и должен быть заложен рассматриваемый нами подход. Эколого-экономический подход к оценке народнохозяйственного значения отходов, безусловно, расширяет, с одной стороны, границы экономичности использования многих минеральных компонентов, а с другой стороны, вызовет рост затрат на мероприятия по охране окружающей среды. Совершенно очевидно, что проблема использования отходов не исчерпывается определением экономического эффекта, остается еще один эффект – социальный, во многих случаях не поддающийся стоимостной оценке. Поэтому одним из основных направлений должно стать установление научно обоснованных ограничений по загрязнению окружающей среды предельно допустимых выбросов и концентрации загрязняющих веществ поэлементно и комплексно, применительно к конкретным районам и с учетом перспективы их развития и интересов всего народного хозяйства.

Исходя из тесной взаимосвязи и взаимообусловленности задач по снижению уровня отходов производства и охраны окружающей среды, автор излагает основные положения эколого-экономического подхода к оценке народно-хозяйственного значения переработки минерального сырья и эффективности его использования в различных отраслях народного хозяйства на примере Азербайджанской Республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Введенский В. Г. Эколого-экономическая эффективность использования отходов / В. Г. Введенский // Комплексное использование минерального сырья. – 2015. – № 3. – С. 78–84.
2. Исмаилов Д. А. Горное производство и охрана окружающей среды / Д. А. Исмаилов, Д. Э. Юсифов, Н. Т. Мустафаев. – Баку : «Азернешр», 2008. – 101 с.

ВЛИЯНИЕ НАВОЗА КРС НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ

Теучеж Аминет Аслановна, доцент, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

Гукалов Владимир Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, Глава муниципального образования Ленинградский район, Россия, Краснодарский край, ст. Ленинградская, ул. Чернышевского, 179, leningrd@mo.krasnodar.ru

В данной статье рассматривается изменение физико-химических свойств почвы и продуктивности растений при внесении навоза КРС. Интенсивное развитие животноводства приводит к локальному накоплению навоза, количество которого значительно превышает естественный потенциал биодegradации. Животноводческие комплексы становятся мощным фактором негативного воздействия на окружающую среду в результате накопления в них биогенных элементов и микроорганизмов. В то же время отходы животноводства способствуют улучшению свойств почвы, пополнению в ней запасов влаги, улучшают плодородие, поскольку навоз – полное органическое удобрение. В его составе находятся все основные питательные вещества, необходимые растениям. Качество навоза зависит от продолжительности его хранения. С увеличением срока хранения навоза потери азота и органического вещества возрастают. По степени разложения различают свежий, полуперепревший, перепревший навоз и перегной. Результаты многолетних полевых опытов показывают, что наиболее рационально внесение навоза вместе с минеральными удобрениями. При совместном внесении создаются более благоприятные условия питания растений, чем при раздельном. Минеральная составляющая компоста фосфогипс представляет собой нетоксичный высокодисперсный отход производства фосфорных удобрений, который накапливается в больших количествах на площадках Белореченского химзавода. Обладая специфичностью физического состояния, он оказывает заметное влияние на физические и химические свойства почвы. Способность фосфогипса агрегироваться с органическими и минерально-органическими субстратами стала одной из причин совместного их использования в нашей работе. В 2008–2009 гг. на кафедре общей биологии и экологии КубГАУ были заложены вегетационный и полевой опыты для определения влияния навоза КРС и его совместного использования с фосфогипсом на физико-химические свойства почвы и продуктивность растений озимой пшеницы и овса. На основании анализа результатов исследований вегетационного и полевого опытов можно сделать следующие выводы: внесение навоза КРС и фосфогипса в почву положительно влияло на развитие растений и их продуктивность; взаимодействие отходов с почвой улучшило физико-химические свойства почвы и развитие фаунистического сообщества.

Ключевые слова: компост, навоз, фосфогипс, агроландшафтная система, органические удобрения, крупный рогатый скот, тяжелые металлы, почвенный покров, зерно озимой пшеницы.

INFLUENCE OF CATTLE MANURE ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL AND PLANT PRODUCTIVITY

Teuchezh A.A., associate Gukalov V. N.

This article discusses the change in the physical and chemical properties of soil and plant productivity in the introduction of manure cattle. Intensive development of animal husbandry leads to local accumulation of manure, the amount of which significantly exceeds the natural potential of biodegradation. Livestock complexes become a powerful factor of negative impact on the environment as a result of the accumulation of nutrients and microorganisms in them. At the same time, animal waste contributes to the improvement of soil properties, replenishment of moisture in it, improve fertility, because manure is a complete organic fertilizer. In its composition are all the basic nutrients needed by plants. The quality of manure depends on the duration of its storage. As manure storage life increases, losses of nitrogen and organic matter increase. According to the degree of decomposition, fresh, half-rotted, rotted manure and humus are distinguished. The results of many years of field experiments show that the most rational application of manure together with mineral fertilizers. In a joint introduction created more favorable conditions for plant nutrition than when separate. The mineral component of the compost phosphogypsum is a non-toxic highly dispersed waste from the production of phosphorus fertilizers, which accumulates in large quantities at the sites of the Belorechensk chemical plant. Having the specificity of the physical condition, it has a noticeable effect on the physical and chemical properties of the soil. The ability of phosphogypsum to aggregate with organic and mineral-organic substrates has become one of the reasons for their joint use in our work. In 2008-2009 at the Department of General biology and ecology of Kubgau were laid vegetation and field experiments to

determine the impact of cattle manure and its joint use with phosphogypsum on the physical and chemical properties of the soil and the productivity of plants of winter wheat and oats. Based on the analysis of the results of studies of vegetation and field experiments, the following conclusions can be drawn: the introduction of cattle manure and phosphogypsum into the soil positively influenced the development of plants and their productivity; the interaction of waste with the soil improved the physical and chemical properties of the soil and the development of the faunal community.

Key words: compost, manure, phosphogypsum, agrolandscape system, organic fertilizers, cattle, heavy metals, soil cover, winter wheat grain.

Интенсивное развитие животноводства приводит к локальному накоплению навоза, количество которого значительно превышает естественный потенциал биodeградации. Животноводческие комплексы становятся мощным фактором негативного воздействия на окружающую среду в результате накопления в них биогенных элементов и патогенных микроорганизмов.

Почва – наиболее приемлемая среда для устранения отрицательного воздействия отходов животноводства на окружающую среду. Биологические и физико-химические процессы, происходящие в почве, сочетают в себе средства искусственной механической и биологической обработки отходов. Дисперсно-коллоидная система почвы поглощает из навозных стоков многие минеральные и органические вещества, а также различные бактерии. Важнейшее свойство этой системы заключается в способности обмена катионами.

Биохимические процессы, протекающие в почве с участием различных микроорганизмов, превращают сложные органические вещества в простые химические соединения: CO_2 , H_2O , сульфаты, нитриты, фосфаты и др.; параллельно с минерализацией органических веществ в почве протекает процесс их гумификации, то есть из органического вещества в почве при участии микроорганизмов образуется гумус, который содержит элементы, необходимые для питания растений. Преобладающая часть гуминовых веществ почвы закреплена в виде органоминеральных пленок частично адсорбционно, частично химически на поверхности минеральных частиц не крупнее 0,01 мм. И такие элементы питания растений, как азот фосфор, ионы кальция, калия и др., в основном содержатся в тех же органоминеральных пленках на поверхности минералов. В. Р. Вильямс писал: «Единственной причиной, обуславливающей прочность почвы, является перегной, образующийся в почве при разложении органического вещества».

Отходы животноводства способствуют улучшению свойств почвы, пополнению в ней запасов влаги, улучшают плодородие поскольку навоз – важнейшее полное органическое удобрение. В его составе находятся все основные питательные вещества, необходимые растениям. Качество навоза зависит от продолжительности его хранения. С увеличением срока хранения навоза потери азота и органического вещества возрастают. По степени разложения различают свежий, полуперепревший, перепревший навоз и перегной.

В полуперепревшем навозе лучше сохраняется азот и больше содержится органического вещества, чем в хорошо перепревшем навозе. При регулярном его внесении увеличивается содержание гумуса и общего азота в почве, снижается обменная и гидролитическая кислотность, уменьшается содержание в почве подвижных форм алюминия и марганца, повышается степень насыщенности основаниями. Песчаные и супесчаные почвы становятся более связными, повышается их поглотительная способность и буферность, что способствует сохранению в них влаги и питательных веществ. Глинистые почвы под действием навоза становятся более рыхлыми, легче поддаются обработке, делаются более проницаемыми для воздуха и воды. При систематическом внесении навоза не только снижается кислотность почвы, но и улучшается питание кальцием, магнием, серой, микроэлементами. Выделяющийся при разложении навоза диоксид углерода улучшает углеродное питание растений.

При внесении навоза усиливается микробиологическая активность почвы и мобилизации содержащихся в ней запасов питательных веществ. Доступность отдельных питательных веществ навоза различна и зависит от его качества, а также от почвенных и климатических условий.

В твердых выделениях животных и в подстилке азот находится в форме органических соединений, которые медленно минерализуются в почве и в первый год слабо используются растениями. В жидких выделениях азот находится преимущественно в форме растворимых соединений, легко превращаются в аммиак.

Из навоза в первый год лучше всего используется калий. Общее содержание калия в навозе также выше, чем азота и особенно фосфора. Удобрительное же действие навоза определяется содержанием в нем общего и аммиачного азота, поскольку в большинстве почв для нормального питания растений в первую очередь не хватает азота.

Результаты многолетних полевых опытов показывают, что наиболее рационально внесение навоза вместе с минеральными удобрениями. При совместном внесении создаются более благоприятные условия питания растений, чем при раздельном.

Фосфогипс представляет собой нетоксичный высокодисперсный отход производства фосфорных удобрений, который накапливается в больших количествах на площадках Белореченского химзавода. Обладая специфичностью физического состояния, он оказывает заметное влияние на физические и химические свойства почвы. Способность фосфогипса агрегироваться с органическими и минеральноорганическими субстратами стала одной из причин совместного их использования в нашей работе.

В 2008–2009 гг. на кафедре общей биологии и экологии КубГАУ были заложены вегетационный и полевой опыты для определения влияния навоза КРС и его совместного использования с фосфогипсом на физико-химические свойства почвы и продуктивность растений озимой пшеницы и овса.

Методика исследований. Вегетационный опыт был заложен в сосудах с добавлением в почву навоза разной степени перепревания по следующим вариантам:

- 1) почва (контроль);
- 2) почва + полуперепревший навоз (из расчета 50 г/кг);
- 3) почва + перепревший навоз (из расчета 50 г/кг);
- 4) почва + полуперепревший навоз + фосфогипс (5 г/кг);
- 5) почва + перепревший навоз + фосфогипс (5 г/кг).

Каждый вариант был заложен в десятикратной повторности; высеваемая культура – овес (сорт Краснодарский 77). В процессе лабораторных исследований с вегетационными сосудами проводились наблюдения за динамикой роста и развития растений, определились физические свойства почвы и некоторые химические показатели почвы и растений.

Полевой опыт. На площади 560 м², разбитой на делянки по 20 м², перед посевом озимой пшеницы (сорт Фортуна) навоз и фосфогипс внесли из расчета 50 и 9 т/га соответственно. Изучаемые варианты закладывались в четырехкратной повторности. Анализ почвенных образцов проводился по общепринятым методикам согласно следующим показателям: рН почвы, содержание органического вещества, сульфатов, нитратов, аммонийного азота, подвижного фосфора; емкость катионного обмена. Изучалось влияние отходов на развитие озимой пшеницы, а также на численность почвенной мезофауны.

Результаты исследований и их обсуждение. Вегетационные исследования показали положительное воздействие навоза и его смеси с фосфогипсом на рост и развитие проростков овса. В вариантах с навозом в зонах побегообразования растений листья появились раньше, что обусловило более раннее (на 7 дн) выбрасывание метелки, и, естественно, более раннее созревание. Отмечено также увеличение надземной массы растений овса в этих вариантах по сравнению с контролем (таблица 1).

Органоминеральные смеси способствуют повышению продуктивности семян растений овса. В сравнении с контрольным вариантом заметно повысилось количество семян в метелке.

В процессе наблюдения за развитием особей овса отмечено, что в вариантах с внесением органоминеральных смесей листья растений характеризуются более интенсивной зеленой окраской, а стебли существенно превышают по высоте контрольные растения, что указывает на лучшую их обеспеченность питательными веществами вследствие повышения качества почвы.

Таблица 1 – Влияние навоза и фосфогипса на продуктивность овса, вегетационный опыт, 2009 г.

Вариант	Длина, см		Масса, г		Количество семян в метелке, шт.	Масса 1000 семян, г
	Стебля	Метелки	Стебля	Метелки		
Почва (контроль)	28,90 ± 1,84	10,09 ± 0,72	0,32 ± 0,07	0,31 ± 0,06	18,97 ± 0,73	26,34 ± 2,31
Полуперепревший навоз+ почва	39,83 ± 1,16	13,83 ± 1,13	0,79 ± 0,08	0,83 ± 0,09	22,92 ± 1,63	29,47 ± 2,18
Перепревший навоз + почва	38,43 ± 1,27	13,79 ± 1,14	0,79 ± 0,08	0,86 ± 0,08	23,25 ± 1,45	29,90 ± 1,214
Полуперепревший навоз + фосфогипс + почва	35,57 ± 1,14	14,16 ± 1,15	0,90 ± 0,10	0,96 ± 0,10	26,07 ± 1,94	29,99 ± 1,37
Перепревший навоз + фосфогипс + почва	36,35 ± 1,52	15,75 ± 1,64	0,99 ± 0,10	1,17 ± 0,19	29,80 ± 1,68	32,21 ± 1,64

Культурные растения являются самыми надежными индикаторами при оценке плодородия почв и эффективности удобрений. Химический анализ почвы показал заметное повышение содержания органического вещества, азота, фосфора и других питательных веществ в вариантах с внесением навоза, а также в вариантах, где навоз использовался в смеси с фосфогипсом (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние навоза и фосфогипса на агрономические показатели почвы (вегетационный опыт, 2009 г.)

Вариант	pH	Нобщ., %	Органическое вещество, %	NO ₂ ⁻ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	Si, мг/кг
Почва (контроль)	7,31	0,19	2,97	12,64	119,88	0,90
Полуперепревший навоз + почва	7,39	0,23	3,52	20,00	160,50	1,64
Перепревший навоз + почва	7,40	0,25	3,65	20,40	210,50	1,53
Полуперепревший навоз + фосфогипс + почва	6,88	0,31	3,37	59,20	225,50	1,29
Перепревший навоз + фосфогипс + почва	6,9	0,32	3,54	47,90	238,00	1,29

Увеличение в почве содержания питательных веществ обусловлено поступлением их с навозом и фосфогипсом. К тому же фосфогипс способствовал нейтрализации pH почвы. Значительных различий в содержании органического вещества по вариантам не отмечено, но минерализация органики существенно снизилась благодаря коагуляции минеральных коллоидов фосфогипса и органических коллоидов почвы.

Улучшение физико-химических свойств почвы в значительной мере связано с процессами структурообразования, которые происходят при внесении навоза. Навоз представлен в основном органическими соединениями и содержат большое количество мельчайших органических частиц, то есть служит источником коллоидов для почвы, тем самым улучшая поглонительную способность и повышая плодородие. Фосфогипс, внесенный совместно с навозом, повышает минеральную часть общей суммы коллоидов субстрата, что способствует усилению в почве процесса агрегирования и улучшению ее водно-воздушных и химических свойств. Известно, что селективное накопление азота и фосфора интенсивно идет в агрегатах с частицами менее 0,01 мм, а в частицах крупнее 0,01 мм их содержится всего 4–5 % от валового запаса в почве.

Результаты гранулометрического анализа почвы показали, что при внесении органики и органоминеральной смеси увеличивается содержание фракций с размерами частиц менее 0,005 мм, способных к коагуляции и структурообразованию. Содержание макроагрегатов в варианте с навозом и фосфогипсом превысило 85 %, тогда как в почве этот показатель составил 77 % (таблица 3).

Полевой опыт. Исследования влияния навоза и фосфогипса на развитие проростков озимой пшеницы показали их воздействие на всхожесть, интенсивность кущения растений и формирование ими придаточных корней. В опытах с навозом и фосфогипсом всходы были более дружные, чем на контроле. В варианте с применением навоза с фосфогипсом отмечено удлинение процесса вегетации до 10 дн, также характерен более продолжительный период кущения. Побег озимой пшеницы в фазе молочно-восковой спелости в вариантах с навозом и фос-

фогипсом были выше, чем на контроле, имели более длинный колос, большее число колосков и светло-зеленую окраску в отличие от желтоватой без фосфогипса (таблица 4).

Таблица 3 – Гранулометрический состав почвы

Вариант	Размер (мм) и доля частиц (%)						Фракции <0,005, мм
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	>0,001	
Почва (контроль)	0,9	16,44	16,24	18,15	12,65	35,62	48,27
Полуперепревший навоз + фосфогипс + почва	1,14	8,97	28,75	8,56	20,77	31,81	52,58
Перепревший навоз + фосфогипс + почва	2,3	16,96	20,88	8,44	20,88	30,54	51,42

Таблица 4 – Морфометрические характеристики растений озимой пшеницы (полевой опыт КубГАУ, май 2009 г.)

Вариант опыта	Высота побега, см	Длина колоса, см	Число колосков, шт.	Число междоузлий, шт.	Длина последнего междоузлия, см	Число листьев, шт.	
						Зеленых	желтых
Почва (контроль)	72,40 ± 0,70	10,62 ± 0,11	18,54 ± 0,19	4,13 ± 0,05	30,69 ± 0,46	3,12 ± 0,07	0,81 ± 0,08
Навоз+ почва	73,19 ± 0,74	11,10 ± 0,12	18,48 ± 0,18	4,08 ± 0,03	31,10 ± 0,44	2,95 ± 0,08	0,75 ± 0,08
Навоз + фосфогипс + почва	71,79 ± 0,74	11,33 ± 0,09	18,73 ± 0,16	4,08 ± 0,04	30,84 ± 0,41	2,78 ± 0,08	0,86 ± 0,09

Анализ почвенных образцов в полевом опыте показал повышение концентрации фосфора, органического вещества, нитратного и аммонийного азота в сравнении с контролем, что обусловлено поступлением этих соединений с навозом и фосфогипсом (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние навоза и фосфогипса на содержание некоторых веществ в почве под озимой пшеницей

Вариант	Органическое вещество, %	pH	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	SO ₄ ²⁻	ЕКО мг-экв./100 г.
Почва (контроль)	3,41	7,24	9,60	8,10	163,50	0,06	34,50
Почва + навоз	3,52	7,35	11,40	11,20	208,30	0,05	38,60
Почва + навоз + фосфогипс	3,51	6,80	10,20	15,80	266,70	0,12	36,30

Для азотных соединений повышение концентрации может быть также связано со способностью фосфогипса снижать трансформацию органических веществ, что определяется заметным усилением процессов агрегирования.

Органическое вещество навоза – хорошо доступный источник пищи и энергетический материал для жизнедеятельности почвенных организмов. При внесении навоза усиливается микробиологическая активность почвы и мобилизации содержащихся в ней запасов питательных веществ. Во всех вариантах опыта было обнаружено хорошее состояние почвенных зооценозов. Увеличение численности почвенной мезофауны наблюдалось у всех представителей в 1,2–2,6 раза по отношению к контролю как на опытном участке с внесением навоза, так и в варианте навоза с фосфогипсом. Наибольшая численность особей отмечена у представителей семейств муравьи, кивсяки, энхитреиды.

Выводы: На основании анализа результатов вегетационного и полевого опытов можно сделать следующие выводы.

1. Внесение навоза КРС и фосфогипса в почву положительно влияло на развитие растений и их продуктивность.
2. Взаимодействие отходов с почвой улучшило физико-химические свойства почвы и развитие фаунистического сообщества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д. А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография / Д. А. Антоненко, И.С. Белюченко, В. Н. Гукалов и др. – Краснодар. – Изд-во КубГАУ, 2015. – 180 с.
2. Белюченко И. С. Динамика органического вещества и проблемы его трансформации в почвах агроландшафта степной зоны края / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов, О. А. Мельник // Экологический Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 5–17.

3. Белюченко И. С. Агрегатный состав сложных компостов [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 93. – С. 812–830.
4. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на агрегатный состав и водно-воздушные свойства чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко // Почвоведение, 2015.– № 7. – С. 858–864.
5. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 31. – С. 41–47.
6. Белюченко И. С. Органические и минеральные отходы производства как сырьевая основа сложных компостов. Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах / И. С. Белюченко // Материалы международной научно-практической конференции. Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. – 2014. – С. 41–47.
7. Белюченко И. С. Влияние внесения органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 32. – С. 69–71.
8. Белюченко И.С. Влияние органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 34. – С. 88–90.
9. Белюченко И. С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 203–223.
10. Белюченко И.С. Экологические основы функционирования смешанных посевов в агроландшафтах Кубани [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : Куб ГАУ, 2014. – № 101. – С. 522–551.
11. Теучеж А. А. Применение птичьего помета в качестве органического удобрения [Электронные ресурсы]/ А.А. Теучеж //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ. – 2017. – № 128 (04). – С. 914–931.
12. Теучеж А. А. Изучение роли подвижного фосфора в системе почва – удобрения – урожай [Электронные ресурсы] / А. А. Теучеж // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ. – 2017. –№ 127 (03). – С. 905 – 917.
13. Теучеж А. А. Содержание фосфора в различных сельскохозяйственных культурах / А. А. Теучеж // Тр. КубГАУ. – 2017. – Вып. 1 (64). – С. 139–147.
14. Теучеж А. А. Технология ускоренной переработки бесподстилочного свиного навоза в органическое / А. А. Теучеж // Тр. КубГАУ. – 2017. – Вып. 2 (65). – С. 157–165.
15. Теучеж А. А. Микробиологические, биохимические и технологические основы использования отходов животноводства / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. 2017. – Т.13. – № 2. – С. 60–66.
16. Теучеж А. А. Состав и свойства наполнителей для производства органических компостов/ А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. 2017. – Т. 13. – № 3.
17. Теучеж А. А. Динамика фосфора в системе агроландшафта: на примере изучения агроландшафта ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края / А. А. Теучеж. // дис. канд. биол. наук. – Краснодар, 2007. – 121 с.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ НАВОЗА ПОД КАРТОФЕЛЬ НА ПЛОДОРОДИЕ ГОРНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ АЗЕРБАЙДЖАНА

Мамедов Гошгар Магеррам оглы, доктор философии по аграрным наукам, доцент, Институт Почвоведения и Агротехнологии НАНА, Азербайджан, AZ 1073 г. Баку ул. М. Рагима, 5.

Махмудова Эльнара Полад кызы, диссертант, Институт Почвоведения и Агротехнологии НАНА, Азербайджан, AZ 1073 г. Баку ул. М. Рагима, 5, goshgarmm@mail.ru.

Роль органических удобрений в интенсификации сельского хозяйства огромно, поэтому необходима разработка наиболее рациональных приемов применения органических удобрений, которые дадут возможность с наименьшими затратами труда и средств получать высокие и с хорошим качеством урожаи, различных сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: почва, плодородие, органические удобрения, картофель.

INFLUENCE OF VARIOUS DOSES OF MANURE ON FERTILITY OF MOUNTAIN CHERNOZEMS OF AZERBAIJAN UNDER POTATOES

Mamedov G. M., Makhmudova E. P.

A role of organic fertilizers is great in agricultural intensity. The organic fertilizers obtained by little work expense are irreplaceable in protection of the environment ecology besides in increase of the agricultural plants productivity.

Key words: soil, fertility, organic fertilizers, potatos.

Введение. Под влиянием различных доз навоза происходят изменения в содержании питательных веществ почвы и тем самым улучшается плодородие почвы. Поэтому изучение влияния различных доз навоза на динамику доступных форм основных питательных элементов в почве, имеет большое значение как для режима питания растений, так и баланса питательных веществ [1]. Полевые опыты проводились на выщелоченных горных черноземах Азербайджана, в северной части Малого Кавказа на сорте картофеля «Акчичек». Академик Д. Н. Прянишников, придавая огромное значение роли органических удобрений в подъеме урожайности сельскохозяйственных культур, писал: «необходимо решительно покончить с недооцененной того огромного значения, которое принадлежит навозу, как важнейшему основному звену правильной системы применения удобрений» [2].

Таблица 1 – Сохранение питательных элементов в почве при применении различных доз навоза, 2016 г. (мг/кг)

№	Варианты	Глубина, см	Бутонизация				Цветение				Конец вегетации			
			поглощ N/NH ₄ ⁺	N/NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O	поглощ N/NH ₄ ⁺	N/NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O	поглощ N/NH ₄ ⁺	N/NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль (без удобрений)	0-20	28,00	10,00	28,00	345,0	25,0	7,50	25,00	320,0	22,50	5,00	20,00	200,0
		20-40	25,40	7,05	26,50	318,0	21,55	5,25	23,35	290,0	20,00	3,25	18,40	140,0
2	Навоз 20 т/га	0-20	33,50	14,00	30,50	360,0	31,00	14,05	29,50	365,0	34,00	14,15	28,00	33,00
		20-40	28,00	9,00	28,00	330,0	27,00	9,00	27,00	335,0	28,00	9,10	26,00	300,0
3	Навоз 30 т/га	0-20	36,00	16,50	31,00	380,0	35,05	16,35	32,00	370,0	34,50	17,00	35,00	360,0
		20-40	30,00	12,00	30,60	340,0	31,00	12,05	30,00	335,0	32,00	11,50	31,00	325,0
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	0-20	38,45	19,20	33,00	385,5	29,00	16,00	28,00	328,0	22,60	5,80	21,00	22,00
		20-40	29,40	14,00	30,25	345,0	33,50	11,50	24,00	395,0	20,50	3,00	19,00	155,0

Нами изучалась динамика питательных элементов в почве и на объекте исследования. Данные при внесении различных доз навоза под картофель: количество, сумма аммиачного и нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия – приведены в таблице 1.

При внесении 20 т/га в слое 0–20 см в период бутонизации, поглощение аммония (N/NH₄⁺) увеличивается на 5,5 мг/кг, в период цветения на 6,0 мг/кг, в конце вегетации на 5,5 по сравнению с контрольным вариантом без удобрений. При внесении 30 т/га навоза эти показатели соответственно составляли: 8,0; 10,05; 12,00 мг/кг.

Результаты анализов показывают, что при внесении 20 т/га навоза содержание нитратного азота (N/NO₃⁻) в слое 0–20 см почвы в период бутонизации увеличивается на 4,0 мг/кг, в

период цветения на 6,55, в конце вегетации на 9,15 мг/кг по сравнению с контрольным вариантом. При внесении 30 навоза содержание аммиачного азота (N/NH_4^+) (0–20 см) в почве в период бутонизации, увеличивается на 8,00, в период его цветения на 10,05, в конце вегетации на 12,00 мг/кг по сравнению с контрольным вариантом. В этом варианте содержание нитратного азота увеличивается соответственно на 6,50, 8,85, 12,00 мг/кг по сравнению с контрольным вариантом.

Внесение навоза в почву способствует увеличению накопления минеральных форм азота, подвижного фосфора и обменного калия в горных черноземах. В слоях почвы 0–20 и 20–40 см отмечается максимальное накопление питательных элементов в период бутонизации. В этот период оптимальная температура и влажность способствует наилучшей минерализации органических веществ и усилению процесса нитрификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садыхова М. Э. Физико-химические показатели горно-лесных коричневых почв агроценозов под плодовыми и овощными культурами / М. Э. Садыхова. – Azərbaycan Torpaqşünaslıq cəmiyyətinin, əsərlər toplusu. – Cild 4. – Bakı: “Elm”, 2016. – С. 444.
2. Ягодин Б. А. Питание растений / Б. А. Ягодин. – М. : МСХ СССР. – ТСХА, 1980. – 87 с.

УДК 330.322.54: 332.055.2: 631.111.4

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВОГО ТОПЛИВА НА ЧАБАНСКИХ СТОЯНКАХ В КАЛМЫКИИ

Иванова Ногала Семеновна, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, *nogunka99@mail.ru*

Бадрудинова Амина Нажмудиновна, доцент, кандидат технических наук, кафедра «Строительство», инженерно-технологический факультет, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, *amina08-80@mail.ru*

К основной отрасли в Республике Калмыкия относится животноводство. Целью работы является рассмотрение вопросов о возможности использования биогазового топлива на отдаленных чабанских стоянках в Республике Калмыкия. Использование отходов животноводства позволит получать дешевую энергию для отопления в зимний период, использования в хозяйственно-бытовом назначении. Для решения задач были исследованы запасы возможного использования навоза, кизяка на средне-статистической чабанской стоянке и общие данные по территории республики. Полученные результаты позволят оценить степень возможности использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве в Калмыкии для принятия управленческих решений.

Ключевые слова: Калмыкия; биогаз; чабанская стоянка; отходы; сельское хозяйство.

THE POSSIBILITY OF USING BIOGAS FUEL IN CHABAN SITES IN KALMYKIA

Ivanova N. S., Badrudtnova A. N.

The main industry in the Republic of Kalmykia is animal husbandry. The aim of the work is to consider the possibility of using biogas fuel in remote Chaban sites in the Republic of Kalmykia. The use of animal waste will provide cheap energy for heating in winter, use in household purposes. To solve the problems, the reserves of possible use of manure, kizyak at the average shepherd parking and General data on the territory of the Republic were investigated. The results obtained will allow to assess the extent of possibility of using renewable energy sources in agriculture in Kalmykia and for management decision-making.

Keywords: Kalmykia; biogas; chaban parking; waste; Agriculture.

Калмыкия является одним из крупнейших поставщиков мяса в России. На исследуемый период в республике насчитывается около 500 тыс голов крупного рогатого скота и более 2,5 млн голов овец и коз. В основном скот базируется на чабанских стоянках или откормочных базах [2]. Многие чабанские стоянки расположены в 30 и более километрах от линий электропередач. Проведение новых и эксплуатацию существующих линий высокого напряжения в последние годы становятся неподъемными для фермерских хозяйств. Один километр

обходится более 2–3 млн руб., для сравнения отара в 1000 овец в натуральном выражения (мясном, если продать мясо овец) будет стоить 5 млн руб., остальные затраты уходят на аренду, запасы сена и т. д.

Целью представленной работы является рассмотрение возможности использования биогазового топлива на чабанских стоянках в Калмыкии. За год в среднем на чабанской стоянке накапливается до нескольких тонн навоза. В связи с тем, что почти нет воды, а та, которая есть, сильно минерализованна, посадка огородов почти не производится. Навоз не используют в огородничестве и садоводстве. Другой проблемой является возможность возгорания навозных куч в летние жаркие дни [1, 5, 6]. Возникает проблема ее хранения или транспортировки. Эти все вопросы являются основными в нашей работе.

Так, существует факторы влияния отходов, как хозяйственного, так и промышленного назначения, на изменение современного агроландшафта прилегающих территории возле малых населенных пунктов. На чабанских стоянках, да и на собственных подворьях из собственных средств, например, сорняков, куриного помета, навоза, содержимого хозяйского нужника, можно самостоятельно с малыми затратами смастерить биореактор (биогазовую установку).

Если обратиться к историческому ресурсу, можно отметить, что люди издавна пытались использовать биогаз для своих нужд. В средневековых хрониках часто содержатся упоминания о том, что жители низменных районов в Германии, уже тысячу лет назад получали биогаз из гниющей растительности, погружая кожаные мехи в болотную жижу. В СССР в 80-х годах прошлого столетия была принята государственная программа по решению этого вопроса, были построены несколько десятков опытных моделей. За рубежом эта программа совершенствуется и продвигается относительно активно, общее число работающих установок исчисляются десятками тысяч. В США, Канаде, Австралии строятся и функционируют высокоавтоматизированные биогазовые установки как для дома, так и для небольших крестьянских хозяйств.

Основные данные о связи климата и условий жизни описаны академиком Л. С. Берго еще в начале прошлого века [1]. Особенности климата в республике и были описаны сотрудниками инженерно-технологического факультета в разные годы [5, 6]. Данные по инженерно-геологическому районированию, географии и геологии приводятся в работах В. М. Харченко, М. М. Сангаджиев, А. Г. Дорджиевым и другими [4, 8, 9]. В этой работе для сравнения и понятия общей картины по отходам, здоровью населения и экологической ситуации в Калмыкии использованы годовые отчеты ведущих организаций в Калмыкии [2, 3].

Методы исследования. В работе был использован метод натурных исследований чабанских стоянок по всей территории республики. Для этого за последние 5 лет проведены исследования весной и летом на чабанских стоянках.

Определен фактический состав навоза, расположенный и хранимый на стоянках. В большей части это кизяк от овец, второй по величине и количеству коровий навоз. Навоз от лошадей местный чабаны используют для обмазки кошар и других сооружений, расположенных на территории чабанской стоянки. Также он широко используется для приготовления самана, кирпича в строительных нуждах.

Биогаз образуется в результате последовательного разложения биомассы (в нашем случае навоз животных) различными бактериями. В результате брожения мы получаем метан, в котором присутствует водород. Практически всегорючие газы образуются за счет разложения любых остатков животных и растительного происхождения.

В республике ежегодно появляются разные типы болезней у животных. Иногда приходится их сжигать и закапывать в силосных ямах. Если это все собирать и централизованно использовать, то можно, по мнению авторов, обеспечить электроэнергией населенный пункт (до 200 дворов) в любом районе на территории республики.

Заключение и выводы. Огромные количества навоза, накапливаемые за годы эксплуатации чабанской стоянки, позволяют использовать его для получения биогазового топлива.

В качестве топлива биогаз используют, потому что он горит. Использовать его можно для отопления, генерации электроэнергии, приготовления пищи. Для того чтобы биогаз горел стабильно, нужны специальные теплогенерирующие установки. В данной работе не рассматриваем конкретный тип установки, наша цель – показать рентабельность использования топлива на чабанских стоянках и в фермерских хозяйствах. Для решения этих вопросов должна разрабатываться жесткая система стандартов, несоблюдение которой может привести к чрезвычайным ситуациям. Содержание метана для горения должно быть не ниже 65–70% (оптимально – до 95 %), водород в чистом виде не должен контактировать с выводом водяных паров, углекислый газ должен быть удален. В установке биогазового генератора эти все параметры должны быть учтены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л. С. Климат и жизнь / Л. С. Берг. – М. : Госиздат, 1922. – 196 с.
2. Доклад об экологическом и социальном положении Республики Калмыкия (январь–декабрь 2013 года). Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Калмыкия. – Элиста, 2014. – 80 с.
3. Лиджиева Н. С. Отходы производства и потребления: региональный аспект (на примере Республики Калмыкия) / Н. С. Лиджиева, М. М. Сангаджиев, Г. Е. Эрдниева // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : Сб. научных тр. по материалам V Междунар. науч. экол. конф., посвященной 95-летию Кубанского ГАУ. – 2017. – С. 536–539.
4. Сангаджиев М. М. Экологические проблемы скотомогильников в Калмыкии. // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук : материалы XXII междунар. науч.-практ. конф. 2–3 апреля 2015 г. / М. М. Сангаджиев, В. С. Леджинов, А. Н. Намысова // Науч.-инф. издат. центр «Институт стратегических исследований». – М. : Изд-во «Перо», 2015. – С. 365–369.
5. Сангаджиев М. М. Особенности недропользования на территории Республики Калмыкия [текст] / М. М. Сангаджиев. – Элиста : Изд-во Калм. ун-та, 2015. – 144 с.: ил.
6. Сангаджиев М. М. Песок Калмыкии // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность [текст] : материалы Всерос. науч.-практ. конф., ФГАОУ ВПО. «Волгоград. Гос. Ун-т». – г. Волгоград, 28–29 апреля 2014 г. / Отв. ред.: С. Н. Конищев [и др.]. — Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2014. – С. 142–146.
7. Сангаджиев М. М. Влияние биологических отходов на экологическую ситуацию и состояние земель в степной Калмыкии / М. М. Сангаджиев, Н. Л. Муджиков, А. К. Кушербаева, А. С. Манунова // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : сб. статей по материалам Междунар. науч. эколог. конф. 2018. – С. 41–42.
8. Сангаджиев М. М. Возможность использования энергии биомассы на животноводческих стоянках Калмыкии / М. М. Сангаджиев, Г. Е. Эрдниева // Недра Калмыкии : Материалы науч.-практ. конф., посвященной к юбилею профессора С. С. Кумеева ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова». – 2017. – С. 133–135.
9. Сангаджиев М. М. Анализ климатических особенностей в Республике Калмыкия, Россия / М. М. Сангаджиев, Г. Е. Эрдниева, О. В. Эрдниев, Н. С. Лиджиева, А. И. Манджиева // Open science 2.0: collection of scientific articles. – Vol. 3. – Raleigh, North Carolina, USA : Open Science Publishing, 2017. – P. 98–106.
10. Эрдниева Г. Е. Отходы: экологический аспект кочевых народов Прикаспия в каменном веке / Г. Е. Эрдниева, М. М. Сангаджиев, Н. С. Лиджиева // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. экол. конф. / под. ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017 – С. 543–545.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНА ИЗ ДАЙКОНА

Минзанова Салима Тахиятулловна, кандидат технических наук, доцент, ИОФХ им. А. Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», *Россия, Татарстан, г. Казань, minzanova@iopc.ru*

Шавалиева Айгуль Вахитовна, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский университет», *Россия, Татарстан, г. Казань, shavajgul@mail.ru*

Ахмадуллина Фарида Юнусовна, старший преподаватель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», *Россия, Татарстан, г. Казань*

Миронова Любовь Геннадьевна, ИОФХ им. А. Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», *Россия, Татарстан, г. Казань, mironoval1963@gmail.com*

Исследован процесс гидролиза-экстракции пектина из выжимок дайкона в лабораторных условиях с использованием 0,5 % раствора янтарной кислоты. Выход пектина на АСВ сырья составляет 2,33 %. Найдены рациональные параметры процесса гидролиза-экстракции пектина из выжимок дайкона: гидромодуль – 1 : 7, температура – 60 °С, продолжительность 7 ч. Исследованы физико-химические и функциональные свойства пектина дайкона.

Ключевые слова: пектин, дайкон, гидролиз-экстракция, янтарная кислота, жом дайкона

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF PECTIN PRODUCTION FROM DAIKON

Minzanova S. T., Shavaliyeva A. B., Ahmadullina F. Yu., Mironova L. G.

The process of hydrolysis-extraction of pectin from daikon bagasse in laboratory conditions using 0.5 % solution of succinic acid was investigated. The output of pectin on the absolutely dry weight of raw materials is 2.33 %. Found the rational parameters of hydrolysis-extraction of pectin from daikon bagasse: the hydromodule is 1:7, temperature – 60 ° C, the treatment time – 7 h. The physico-chemical and functional properties of pectin daikon researched.

Key words: pectin, daikon, hydrolysis-extraction, succinic acid, daikon bagasse.

Введение. Дайкон (*Raphanus sativus*) – интродуцированная овощная культура, является аналогом русской редьки. Как в редьке и редисе, в составе дайкона содержатся в большом количестве соли калия, способствующие выведению лишней жидкости и шлаков из организма. В малых количествах в нем содержатся витамины группы В и С, тиоглюкозиды, фитонциды, в больших количествах β-каротин [4, 5]. Дайкон проявляет антисептические свойства, способствует замедлению процесса размножения различных бактерий за счет содержащегося в нем лизоцима. Является источником кальция, меди, калия, железа, фосфора, серы и пищевых волокон (клетчатка, пектиновые вещества) при очень низкой энергетической ценности, а также фактическом отсутствии жира и холестерина [6]. Дайкон полезен для профилактики и лечения атеросклероза, различных сердечнососудистых заболеваний, так как выводит из организма избыточный холестерин [2].

В настоящей работе исследованы технологические аспекты получения пектина из дайкона. Известно, что коммерческий пектин получают из кожуры цитрусовых, яблочных выжимок и свекловичного жома, однако в России отсутствует промышленное производство столь ценного продукта. Поиск новых эффективных способов извлечения пектина, перспективных источников растительного сырья для его производства является актуальной задачей.

Цель настоящей работы – исследование процесса гидролиза-экстракции пектина из корнеплодов дайкона с использованием в качестве гидролизующего агента янтарной кислоты и разработка технологии комплексной переработки сырья.

Материалы и методы исследований. Объектами исследования были корнеплоды и жом дайкона, образовавшийся после получения пектина обработкой сырья янтарной кислотой. Янтарная кислота (НООССН₂СН₂СООН) – это дикарбоновая кислота, являющаяся обязательным компонентом внутриклеточного метаболического цикла карбоновых кислот (цикла Кребса), в котором подвергаются окислению глюкоза, жирные кислоты и нарабатывается восстановительный потенциал для синтеза универсального для живых систем энергоносителя АТФ (аденозинтрифосфата). Она имеется в плазме крови человека и животных в норме до 0,1-0,6 мг/100 мл [8].

Физико-химические свойства пектинов определяли согласно ГОСТ 29186. Элементный состав обеспектиненного жома дайкона определен на приборе Euro EA – Elemental Analyzer, стандарт – стрептоцид (С₆Н₈О₂Н₂С).

Результаты исследования и их обсуждение. Разработана экологически безопасная лабораторная технология получения пектина из корнеплодов дайкона, состоящая из следующих стадий: предварительная обработка сырья, гидролиз-экстракция, фильтрование экстракта с последующим концентрированием, осаждение пектина, отделение пектина от жидкой фазы центрифугированием и сушка.

Процесс гидролиза-экстракции пектина из корнеплодов дайкона проводился с использованием 0,5 % раствора янтарной кислоты в течение 7,0 ч при температуре 60 °С и постоянном перемешивании, гидромодуль в экспериментах составил 1:7 (таблица 1). Для оценки вклада временного фактора предусматривался отбор проб из реакционной массы с последующим определением сухого вещества весовым методом и концентрации пектина кальций-пектатным методом через определенные промежутки времени (1, 3, 5, 7 ч). Разделение прогидролизованной массы на твердую и жидкую фазы проводилось фильтрованием через лавсановую ткань, концентрирование осуществлялось на роторно-пленочном аппарате при температуре 40 °С. Для осаждения пектина использовали этиловый спирт крепостью 85 % при соотношении концентрата к этанолу 1 : 2. Отделение осажденного пектина проводилось на центрифуге осадительного типа, а сушка в термошкафу при температуре не более 55 °С для предотвращения деструкции пектиновой макромолекулы. Высушенный пектин дайкона представляет собой аморфный порошок бежевого цвета, без вкуса и запаха. В таблице 2 представлены физико-химические свойства дайконового пектина, полученного с использованием янтарной кислоты.

Таблица 1 – Условия процесса гидролиза-экстракции пектина из выжимок дайкона

Образцы, час	Характеристики экстракта			
	V(объем), мл	T, °С	pH экстракта	Концентрация сухих веществ, %
0,5 % раствор янтарной кислоты				
1,0	1290	60	4,063	0,798
3,0	1290	60	4,021	0,858
5,0	1290	60	4,060	0,870
7,0	1290	60	4,017	0,888

Таблица 2 – Физико-химические характеристики пектина, полученного из выжимок дайкона

Характеристики	Гидролизующий агент – 0,5% раствор янтарной кислоты
Влажность, %	10,0
Уронидная составляющая (Са-пектатный), %	65,0
pH раствора (0,25%, Н ₂ О)	4,80
Число свободных карбокс групп, %	2,40
Число этерифицированных карбоксильных групп, %	6,30
Степень этерификации, %	72,40
Кинематическая вязкость 0,5% раствора пектина, мм ² /с	1,153
Молекул масса, кДа	~ (4–6)

Показано, что пектин, полученный обработкой выжимок дайкона янтарной кислотой, является высокоэтерифицированным (СЭ 72,4 %), но низкомолекулярным. Молекулярная масса (4–6 кДа), определенная вискозиметрическим методом, свидетельствует о наличии олигомерных фрагментов. Благодаря наличию свободных карбоксильных групп, пектин дай-

кона обладает комплексообразующей способностью – она составляет около 13 мг Pb²⁺/г. Следует подчеркнуть, что дайконовый пектин обладает хорошей желирующей способностью, что актуально для пищевой промышленности. Все вышесказанное обуславливает перспективность получения пектина из корнеплодов дайкона. Учитывая то, что янтарная кислота является пищевой кислотой, предлагаемая технология позволяет рекомендовать в качестве целевых продуктов пектин, полученный осаждением, и пектиновый концентрат.

Для снижения экологических рисков и комплексного использования сырья необходимо было разработать пути утилизации отходов пектинового производства. Поэтому были исследованы физико-химические свойства жома дайкона после гидролиза с янтарной кислотой, элементный состав представлен в таблице 3. Показано, что в составе жома высокое содержание углерода, белок практически отсутствует. В связи с вышесказанным мы рекомендуем обеспектиненный жом как источник углерода для питательных сред в биотехнологии или как структурирующий агент почвы [1]. Введение органических веществ улучшает физико-химический состав и структуру почвы, повышает ее плодородие и приводит к значительному увеличению ферментативной активности в почве, а также накоплению нитратного азота [3, 7].

Таблица 3 – Элементный анализ жома после гидролиза-экстракции

Образец жома дайкона	C, %	H, %	N, %
Янтарная кислота – гидролизующий агент	39,29-39,50	7,09-7,11	–

Таким образом, нами исследован процесс гидролиза-экстракции пектина из выжимок дайкона с использованием 0,5 % раствора пищевой янтарной кислоты и найдены рациональные параметры: гидромодуль – 1 : 7, температура – 60 °С, продолжительность 7 ч, обеспечивающие выход на АСВ сырья, равный 2,33 %. Показана эффективность использования в качестве конечного продукта дайконового пектинового концентрата, рекомендованы пути утилизации отходов производства пектинов из выжимок дайкона. Предложенная технология получения пектина является экологически безопасной и ресурсосберегающей, работа соответствует приоритетному направлению развития науки, техники и технологий РФ «Рациональное природопользование».

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов: монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 418 с.
2. Борисенко Д. В. Овощные функциональные ингредиенты в технологии хлеба с повышенной микробиологической устойчивостью / Д. В. Борисенко. – Воронежский государственный университет инженерных технологий. – 2014. – С. 93.
3. Воробьева Т. Н. Использование отходов виноделия в виноградарстве : монография / Т. Н. Воробьева, А. С. Белков. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 73 с.
4. Katsunari I. Antioxidative effects of daikon sprout (*Raphanus sativus* L.) and ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) in rats / I. Katsunari // Food Chemistry. – 2007. – № 102. – P. 237–242.
5. Katsunari I. Milk prevents the degradation of daikon (*Raphanus sativus* L.) isothiocyanate and enhances its absorption in rats / I. Katsunari // Food Chemistry. – 2014. – № 161. – P. 176–180.
6. Минзанова С. Т. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства и биологическая активность / С. Т. Минзанова, В. Ф. Миронов, А. И. Коновалов [и др.]. – Казань : Изд-во «Печать-Сервис-XXI век», 2011. – С. 224.
7. Чернышева Е. В. Изменение свойств почв в результате поступления органических материалов антропогенной природы в эпоху средневековья : монография / Е. В. Чернышева. – Краснодар : КубГАУ. – 2018. – 137 с.
8. Яковлева Е. Г. Янтарная кислота – природный адаптоген и иммуностимулятор / Е. Г. Яковлева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – № 7. – 2015. – С. 164–167.

АНТИНЕМАТОДНЫЙ ЭФФЕКТ ЗООКОМПОСТА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК *HERMETIA ILLUCENS* НА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДАХ

Ушакова Нина Александровна, доктор биологических наук, ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им А. Н. Северцова РАН, Россия, г. Москва, naushakova@gmail.com

Зиновьева Светлана Васильевна, доктор биологических наук, ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им А. Н. Северцова РАН, Россия, г. Москва, zinovievas@mail.ru

Удалова Жанна Викторовна, кандидат биологических наук, ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им А. Н. Северцова РАН, Россия, г. Москва, udalova.zh@rambler.ru

Бастраков Александр Иванович, ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им А. Н. Северцова РАН, Россия, г. Москва, aibastrakov@gmail.com

Личинки мухи черная львинка *Hermetia illucens* могут использовать в качестве кормового субстрата фруктово-овощные смеси торговых сетей, в том числе зараженные нематодами. Личинки способны полностью элиминировать как фитопатогенную картофельную нематоду *Ditylenchus destructor* в пораженном корнеплоде, так и сапробиотическую нематоду *Rabditis spp.* Внесение в почвогрунт образованного зоокомпоста (экскрементов личинок с остатками непереваренного субстрата) уменьшает поражающее действие фитопатогена – галловой нематоды томатов *Meloidogyne incognita*.

Ключевые слова: фруктово-овощные отходы, личинки *Hermetia illucens*, зоокомпост, нематоды, фитопатогены.

ANTINEMATOUS EFFECT OF ZOOKOMPOST RECEIVED DURING THE DEVELOPMENT OF HERMETIA ILLUCENS MAGGOTS ON PLANT WASTE

Ushakova N. A., Zinovieva S. V., Udalova Zh. V., Bastrakov A. I.

The larvae of the fly *Hermetia illucens* effectively use fruit-vegetable mixtures of trading networks, including those infected by nematodes, as a food substrate. The larvae are able to completely eliminate both the phytopathogenic potato nematode *Ditylenchus destructor* in the affected root crop and the saprobic nematode *Rabditis spp.* The introduction of the formed zoo compost (excrements of larvae with remnants of undigested substrate) into the soil reduces the damaging effect of the phytopathogen – *Meloidogyne incognita* tomato gall nematode.

Key words: fruit and vegetable wastes, *Hermetia illucens* larvae, zoo compost, nematodes, phytopathogens.

В последнее десятилетие активно развивается использование личинок мухи черная львинка *Hermetia illucens* для переработки органических субстратов [1, 2, 3, 5]. В этих целях используется зерно, в том числе некондиционное, навоз, продукты переработки сельскохозяйственной и пищевой индустрии, пищевые, молочные отходы и др. Биоконверсия отходов путем скармливания их личинкам позволяет частично решать проблему утилизации и получать белковый кормовой продукт, липиды, биологически активные вещества и органическое удобрение – зоокомпост (экскременты личинок и непереваренные остатки субстрата) (<http://www.buhlergroup.com/global/en/about-buehler/insects-sustainable-protein-source/buehler-insect-technology-solutions.htm>).

Развиваясь в органических отходах, личинки черной львинки могут вступать в контакт с различными видами червей, в том числе нематодами. Цель работы: исследование антигельминтных свойств личинок черной львинки *H. illucens* против картофельной нематоды *Ditylenchus destructor*, сапробиотической нематоды *Rabditis spp.* при их совместном развитии на фруктово-овощных смесях и способность зоокомпоста подавлять развитие галловой нематоды *Meloidogyne incognita*.

6-дневных личинок *H. illucens* средней массой $6 \pm 0,58$ мг помещали в контейнер, содержащий измельченный картофель с пшеничными отрубями до получения массы 65% влажности (картофельный субстрат). Одновременно в эти контейнеры вносили стеблевую (клубневую) нематоду картофеля *D. destructor* или сапробиотических нематод (*Rabditis spp.*). Было составлено четыре варианта картофельного субстрата: 1 – с заражением сапробиотиче-

ской нематодой (*Rabditis spp.*) и внесением личинок черной львинки *H. illucens*; 2 – с заражением фитопатогенной нематодой *D. destructor* и личинками черной львинки; 3 – картофельный субстрат с внесенными личинками львинки без нематоды; 4 – картофельный субстрат с нематодой без личинок. После завершения личиночной стадии и окончания переработки личинками *H. illucens* картофельного субстрата их отделяли, и в полученном зоокомпосте сразу анализировали наличие живых нематод. Для этого каждый вариант переработанного личинками субстрата был перенесен на сито, и по методу *Whitehead and Hemming* (1965) [4] проведена экстракция нематод. Окончание процесса развития личинок в субстрате определяли по появлению предкуколок (особей темного цвета среди светлых личинок).

В вариантах с личинками *H. illucens* и нематодами выявили полное отсутствие в зоокомпосте и фитогельминтов и сапробиотических нематод (таблица 1). В вариантах без личинок количество дитиленхов существенно сократилось, но было выделено около 400 особей паразитической нематоды, а количество сапробионта рабдитиса возросло в 11 раз. Таким образом, фитопатогенные нематоды в контрольном субстрате за исследуемый период сохранились, а сапробиотические нематоды размножились.

Таблица 1 – Количество сапробиотических и фитопаразитических нематод в картофельном субстрате на 12-е сут жизнедеятельности личинок львинки

Вариант	<i>D.destructor</i> , экз.		<i>Rabditis spp.</i> , экз.	
	0 сут	12 сут	0 сут	12 сут
С личинками <i>H. illucens</i>	–	–	4000 ± 215,6	0
С личинками <i>H. illucens</i>	4000 ± 175,4	0	–	–
Без личинок <i>H. illucens</i>	3000 ± 126,2	400 ± 35,5	1000 ± 63,8	11000 ± 369,7

Затем зоокомпосты вариантов 1 и 2 на картофельной среде объединили (картофельный зоокомпост) и заморозили, а затем после размораживания сравнили с зоокомпостом, полученным при выращивании личинок на фруктово-овощной смеси производства ООО Экобелок (фруктово-овощной зоокомпост), по действию против галловой нематоды *M. incognita*. Для этого 2-месячную рассаду томатов F1 Гамаюн, восприимчивых к галловой нематоды, высаживали в отдельные вазоны объемом 500 мл (n=6 в каждом варианте). Под корневую систему томатов вносили в дозе 6,5 г/растение зоокомпост, полученный после выращивания личинок на фруктово-овощных смесях, или картофельный зоокомпост. Все варианты заражали галловой нематодой *M. incognita* в количестве 1000 особей/растение. Галловая нематода поддерживается на культуре томатов в лабораторных условиях ИПЭЭ РАН. Контроли – зараженные и здоровые растения без обработки зоокомпостами. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Действие зоокомпостов на развитие томатов, зараженных галловой нематодой *Meloidogyne incognita*

Вариант обработки	Масса надземных органов, г (m)	Длина стебля, см (L)	m/L	Число галлов, г корня	Размер галлов, мм × мм
Фруктово-овощной зоокомпост ООО Экобелок + <i>M. incognita</i> , 6,5 г/раст.	13,0 ± 1,32	–	0,362	83 ± 13,2	2,19 ± 0,15
Картофельный зоокомпост, 6,5 г/раст.	10,1 ± 0,68	34,0 ± 3,12	0,297	151 ± 11,42	2,44 ± 0,07
Контроль зараженный	4,0 ± 0,12	34,7 ± 3,78	0,115	201 ± 15,67	3,47 ± 0,09
Контроль незараженный	15,2 ± 0,96	54,7 ± 4,36	0,273	–	–

Личинки мухи черная львинка *H. illucens* способны эффективно использовать в качестве кормового субстрата фруктово-овощные смеси торговых сетей, в том числе зараженные фитопатогенными или сапробиотическими нематодами. Образованный зоокомпост не содержал нематод. Личинки львинки, по-видимому, использовали нематод в качестве дополнительного источника пищи, при этом нематоды были полностью уничтожены личинками львинки *H. illucens* за 12 дн.

Заражение растений галловой нематодой приводит к угнетению их роста и развития, что отражается на биометрических характеристиках растения: высоте и массе надземных органов. Внесение полученного из фруктово-овощных отходов зоокомпоста в почвогрунт уменьшает поражающее действие фитопатогена *M. incognita*, позволяет приблизить показатель соотношения веса надземных органов и длины стебля к аналогичному показателю у здоровых растений, снижает массу и размер галлов. Однако замораживание-оттаивание зоокомпоста (на примере картофельного зоокомпоста) ведет к снижению эффекта, что указывает на целесообразность внесения этого удобрения в весенний период. В целом перспективно использование зоокомпоста для защиты растений, страдающих от нематодной инвазии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушакова Н. А. Особенности биоконверсии органических отходов личинками мухи *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae, Linnaeus, 1758) / Н. А. Ушакова, А. И. Бастраков, В. П. Карагодин, Д. С. Павлов // Успехи современной биологии. – 2018. – Т. 138. – № 2. – С. 172-182.
2. Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae / S. Diener, N. Studt Solano, F. Roa Gutiérrez, C. Zurbrügg, K. Tockner // Waste Biomass Valorization. – 2011. – V. 2. – № 4. – P. 357–363.
3. Kalová M. Voracious larvae *Hermetia illucens* and treatment of selected types of biodegradable waste / M. Kalová, M. Borkovcová // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. – 2013. – V. LXI. – № 1. – P. 77–83.
4. Whitehead A. G. A Comparison of Some Quantitative Methods Extracting Small Vermiform Nematodes from the Soil / A. G. Whitehead, J. R. Hemming // Annals of Applied Biology – 1965. – V. 55. – P. 25–38.
5. Yu-Shiang Wang, Matan Shelomi Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food / Yu-Shiang Wang, Matan Shelomi // Foods – 2017. – V. 6 – № 10. – P. 91– doi:10.3390/foods6100091.

УДК 63.631.86

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Теучеж Аминет Аслановна, доцент, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

В данной статье рассматривается вопрос состояния проблемы использования отходов животноводства. В России одно из ведущих мест по объемам ведения животноводства занимает Краснодарский край. Большое количество предприятий животноводства в крае поставили ряд важных проблем, связанных с охраной окружающей среды. К ним, в частности, относится проблема утилизации навоза. Ежегодно на предприятиях агропромышленного комплекса края образуются сотни млн т навозной и помётной массы, а также жидких стоков, утилизация которых является большой проблемой. На крупных животноводческих комплексах объём жидких стоков составляет от 100 до 2000 м³ в сутки. Между тем эффективных очистных сооружений и специального оборудования, адаптированных под гидросмыв, не существует. В большинстве хозяйств навозохранилища и ливнесборники заполнены на 80–100 %, не оборудованы площадки для хранения навоза. В результате загрязняются реки и озера, в том числе те, которые входят в систему водозабора. Ситуация крайне обостряется во время паводка и ливневых дождей. Каждую весну вместе с талой водой в реки попадают тонны отходов жизнедеятельности животных. Пока утилизация животноводческих стоков в основном ведётся на основе безнадежно устаревших методов: отстаивается в лагунах, не защищенных от осадков и грунтовых вод, и вывозится или перекачивается на поля в «чистом» виде. Защита окружающей среды требует, чтобы колоссальные объёмы животноводческих отходов перерабатывались экологически целесообразными методами, с применением передовых технологий, позволяющих получить высококачественные удобрения. Известно, что важнейшим фактором повышения плодородия почвы является органическое вещество. Особая роль органического вещества объясняется его воздействием на все

свойства почвы и ее биологическую активность. Вносимые органические удобрения оказывают прямое действие на баланс органического вещества почвы, переходя частично в форму гумусовых соединений. Свиной навоз – органическое удобрение с высоким содержанием питательных веществ, усваиваемых растениями. Перевод свиноводства на промышленную основу привел к концентрации поголовья животных на ограниченных площадях, в связи с чем возникают трудности при удалении навоза из помещений и его утилизации. Проблема утилизации отходов свиноводческих комплексов актуальна потому, что для их хранения занимают значительные площади и они являются источником неприятных запахов. За последние десять лет содержание гумуса в почвах Краснодарского края уменьшилось на 0,16 %. Вынос растениями элементов питания из почвы компенсируется внесением удобрений и пожнивными остатками только на одну треть. За последние 10 лет объем внесения органических удобрений в Краснодарском крае снизился в 6,3 раза и составил в 2001 г. 3550 тыс. т, или около одной тонны удобрений на один гектар посевной площади. Аналогичная ситуация сложилась и в стране, где на гектар посевной площади вносится всего 0,9 т органических удобрений.

Ключевые слова: отходы, животноводство, навоз КРС, свиной навоз, органические удобрения, утилизация.

ANALYSIS OF THE PROBLEMS OF USING ANIMAL WASTE

Teuchezh A. A.

In this article the question of a condition of a problem of use of waste of animal husbandry is considered. In Russia, one of the leading places in terms of animal husbandry is the Krasnodar region. A large number of livestock enterprises in the region has raised a number of important problems related to environmental protection. These include, in particular, the problem of manure disposal. Every year, the enterprises of the agro-industrial complex of the region produce hundreds of millions of tons of manure and droppings, as well as liquid effluents, the disposal of which is a big problem. In large livestock complexes the volume of liquid effluents is from 100 to 2000 m³ per day. Meanwhile, there are no effective treatment facilities and special equipment adapted for hydraulic washes. In the majority of farms, manure storage facilities and shower collections filled at 80-100 %, no areas for manure storage. As a result, polluted rivers and lakes, including those that are part of the water intake system. The situation is extremely acute during flooding and heavy rains. Every spring, together with melt water, tons of animal waste fall into the rivers. So far, the utilization of livestock runoff is mainly based on hopelessly outdated methods: it settles in lagoons that are not protected from precipitation and groundwater, and is exported or pumped to the fields in "pure" form. Environmental protection requires that huge amounts of animal waste be recycled in an environmentally sound manner, using advanced technologies to produce high-quality fertilizers. It is known that the most important factor in increasing soil fertility is organic matter. The special role of organic matter is explained by its influence on all soil properties and its biological activity. Introduced organic fertilizers have a direct effect on the balance of organic matter of the soil, passing partly in the form of humus compounds. Pig manure is an organic fertilizer with a high content of nutrients absorbed by plants. The industrial conversion of pig farming has led to the concentration of livestock in limited areas, which makes it difficult to remove manure from the premises and dispose of it. The problem of waste disposal of pig breeding complexes is relevant because they are engaged in large areas for storage, and they are a source of unpleasant odors. Over the past ten years, the humus content in the soils of the Krasnodar region decreased by 0.16 %.. The removal of nutrients from the soil by plants is compensated by the application of fertilizers and crop residues by only one third. Over the past 10 years, the volume of organic fertilizers in the Krasnodar region decreased by 6.3 times and amounted to 3550 thousand tons in 2001, or about one ton of fertilizers per hectare of sown area. A similar situation exists in the country, where only 0.9 tons of organic fertilizers are applied per hectare of sown area. However, it is known that the most important factor in increasing soil fertility is organic matter.

Key words: waste, animal husbandry, manure, organic fertilizers, cattle, farm animals, pig manure, problems, analysis

В России одно из ведущих мест по объемам ведения животноводства занимает Краснодарский край. Большое количество предприятий животноводства в крае поставило ряд важных проблем, связанных с охраной окружающей среды. К ним, в частности, относится проблема утилизации навоза. В соответствии с «Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды», утвержденных приказом МПР России от 15 июня 2001 г. № 511 свиной навоз является токсичным отходом и относится к 3-му классу опасности для окружающей природной среды, перепревший – к 4-му (малоопасные отходы) [16, 18, 19].

Благодаря использованию новых прогрессивных технологий современные животноводческие комплексы, фермы и птицефабрики производят всё больше продукции, и соответственно, растут горы навоза и помёта. Ежегодно на предприятиях агропромышленного ком-

плекса края образуются сотни млн т навозной и помётной массы, а также жидких стоков, утилизация которых является большой проблемой [2, 11, 17].

Скопление отходов животноводства приводит к нитратному и микробному загрязнению почвы, воздуха, поверхностных и грунтовых вод, что чревато экологической катастрофой. Одним из наиболее распространенных способов удаления отходов во многих хозяйствах края является гидросмыв. При этом навоз и помёт разбавляются водой, а это более чем в три раза увеличивает период выживаемости патогенной микрофлоры, в результате чего они становятся ещё более опасными для окружающей среды [15, 17, 20].

На крупных животноводческих комплексах объём жидких стоков составляет от 100 до 2000 м³ в сутки. Между тем эффективных очистных сооружений и специального оборудования, адаптированных под гидросмыв, не существует. В большинстве хозяйств навозохранилища и ливнесборники заполнены на 80–100 %, не оборудованы площадки для хранения навоза. В результате загрязняются реки и озера, в том числе те, которые входят в систему водозабора [11, 13, 14].

Ситуация крайне обостряется во время паводка и ливневых дождей. Каждую весну вместе с талой водой в реки попадают тонны отходов жизнедеятельности животных. Пока утилизация животноводческих стоков в основном ведётся на основе безнадежно устаревших методов: отстаивается в лагунах, не защищенных от осадков и грунтовых вод, и вывозится или перекачивается на поля в «чистом» виде. Да и это делается лишь в некоторых хозяйствах из-за недостатка посевных площадей, высокой стоимости энергоносителей, отсутствия специальных транспортных систем. Большинство же ферм и птицефабрик сливают жидкие отходы в овраги, котлованы, лагуны, канализацию водоканала [6, 8, 10].

Защита окружающей среды требует, чтобы колоссальные объёмы животноводческих отходов перерабатывались экологически целесообразными методами с применением передовых технологий, позволяющих получить высококачественные удобрения.

Известно, что важнейшим фактором повышения плодородия почвы является органическое вещество. Особая роль органического вещества объясняется его воздействием на все свойства почвы (физические, физико-механические, физико-химические) и ее биологическую активность. Вносимые органические удобрения оказывают прямое действие на баланс органического вещества почвы, переходя частично в форму гумусовых соединений (гумификация углерода органических удобрений) [5, 7, 8].

Свиной навоз – органическое удобрение с высоким содержанием питательных веществ, усваиваемых растениями. Перевод свиноводства на промышленную основу привел к концентрации поголовья животных на ограниченных площадях, в связи с чем возникают трудности при удалении навоза из помещений и его утилизации. Проблема утилизации отходов свиноводческих комплексов актуальна потому, что для хранения их занимают значительные площади и они являются источником неприятных запахов [1, 3, 4].

Основным микробиологическим показателем отходов животноводства (в частности свиного навоза) является присутствие в них достаточного количества биоразлагающих микроорганизмов – нитрификаторов, аммонификаторов и фосфатредукторов. Эти группы бактерий и бацилл обеспечивают утилизацию продуктов расщепления белков, ПАВ и других веществ, содержащихся в свином навозе [6, 8, 9]. Количество этих групп напрямую зависит от наличия в навозе так называемых биогенных элементов – азота и фосфора, являющихся факторами роста биомассы присутствующих там микроорганизмов. Свиной навоз является богатым источником этих элементов, однако их количество может меняться в значительной степени, находясь в полной зависимости от численности поголовья стада и от рациона кормления [5, 7, 20].

Микробиологический состав свиного навоза достаточно разнообразен и должен обеспечивать биодеградацию указанных классов соединений с помощью присутствующей микрофлоры. Внесение биопрепарата, содержащего протеолитические культуры, должно улучшить расщепление белковых и липидных соединений в гидросмыве свиного навоза. Соответственно предполагается увеличение количества микроорганизмов основных групп микро-

флоры, и, как следствие, концентрации основных химических показателей должны понизиться [13, 16, 19].

За последние десять лет содержание гумуса в почвах Краснодарского края уменьшилось на 0,16 % и составило в 1999 г. 3,77 %. Вынос растениями элементов питания из почвы компенсируется внесением удобрений и пожнивными остатками только на одну треть. Объясняется указанное обстоятельство резким снижением объемов производства и внесения органических удобрений. Так, за последние 10 лет объем внесения органических удобрений в Краснодарском крае снизился в 6,3 раза и составил в 2001 г. 3550 тыс. т, или около одной тонны удобрений на один гектар посевной площади. Аналогичная ситуация сложилась и в стране, где на гектар посевной площади вносится всего 0,9 т органических удобрений. Вместе с тем известно, что важнейшим фактором повышения плодородия почвы является органическое вещество. Особая роль органического вещества объясняется его воздействием на все свойства почвы (физические, физико-механические, физико-химические) и ее биологическую активность. Вносимые органические удобрения могут оказать прямое действие на баланс органического вещества почвы, переходя частично в форму гумусовых соединений (гумификация углерода органических удобрений) [10, 12, 14].

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д. А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография / Д. А. Антоненко, И.С. Белюченко, В. Н. Гукалов и др. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 180 с.
2. Белюченко И. С. Динамика органического вещества и проблемы его трансформации в почвах агроландшафта степной зоны края / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов, О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 5–17.
3. Белюченко И. С. Агрегатный состав сложных компостов [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – № 93. – С. 812–830.
4. Белюченко И. С. Влияние сложного компоста на агрегатный состав и водно-воздушные свойства чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Антоненко // Почвоведение. – 2015. – № 7. – С. 858–864.
5. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 31. – С. 41–47.
6. Белюченко И. С. Органические и минеральные отходы производства как сырьевая основа сложных компостов. Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах / И. С. Белюченко // Материалы междунар. науч.-практ. конф / Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. – 2014. – С. 41–47.
7. Белюченко И. С. Влияние внесения органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 32. – С. 69–71.
8. Белюченко И.С. Влияние органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 34. – С. 88–90.
9. Белюченко И. С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 203–223.
10. Белюченко И.С. Экологические основы функционирования смешанных посевов в агроландшафтах Кубани [Электронный ресурс] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 101. – С. 522–551.

11. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262 с.
12. Белюченко И. С. Биология развития и интродукция многолетних злаков в южных районах СНГ : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 443 с.
13. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2017. – 349 с.
14. Теучеж А. А. Применение птичьего помета в качестве органического удобрения [Электронный ресурс] / А. А. Теучеж // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ. – 2017. – № 128 (04). – С. 914–931.
15. Теучеж А. А. Изучение роли подвижного фосфора в системе почва – удобрения – урожай [Электронный ресурс] / А. А. Теучеж // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ. – 2017. – № 127 (03). – С. 905 – 917.
16. Теучеж А. А. Содержание фосфора в различных сельскохозяйственных культурах / А. А. Теучеж // Тр. КубГАУ. – 2017. – Вып. 1 – (64). – С.139–147.
17. Теучеж А. А. Технология ускоренной переработки бесподстилочного свиного навоза в органическое удобрение / А. А. Теучеж // Тр. КубГАУ. – 2017. – Вып. 2 – (65). – С. 157–165.
18. Теучеж А. А. Микробиологические, биохимические и технологические основы использования отходов животноводства / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 60–66.
19. Теучеж А. А. Состав и свойства наполнителей для производства органических компостов / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 3.
20. Теучеж А. А. Динамика фосфора в системе агроландшафта: на примере изучения агроландшафта ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края : дис. канд. биол. наук / А. А. Теучеж. – Краснодар, 2007. – 121 с.

УДК 579.64

ПЕРЕРАБОТКА НАВОЗНЫХ СТОКОВ СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА БИОГАЗОВЫХ СТАНЦИЯХ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ БИОУДОБРЕНИЙ

Бредихин Владимир Пантелеймонович, НИУ «БелГУ», генеральный директор АО «Белгородский институт альтернативной энергетики», *Россия*, г. Белгород, bvp@altenergo.su

Темникова Яна Игоревна, НИУ «БелГУ», *Россия*, г. Белгород, Temnikova_YI@corssys.ru

Голотова Ирина Викторовна, начальник отдела стратегического развития АО «Белгородский институт альтернативной энергетики», *Россия*, г. Белгород, Golotova_iv@altenergo.su

Сами по себе навозные стоки не являются эффективными удобрениями, так как содержат небольшую долю НРК. При переработке на биогазовых станциях навозные стоки являются одним из основных компонентов эффлюента, в котором больше микроорганизмов и органической составляющей. Более того, эффлюент проходит температурную обработку, что обеззараживает навозные стоки. Из-за богатого состава эффлюент почти в 2 раза превосходит навозные стоки по содержанию действующего вещества

Ключевые слова: биогаз, эффлюент, органические отходы, анаэробное сбраживание, гидролиз, метаногенез, ферментатор, удобрения.

PIG SLURRY PROCESSING AT BIOGAS PLANTS TO OBTAIN HIGHLY EFFICIENT ORGANIC BIOFERTILIZERS

Bredikhin V., Temnikova Y., Golotova I.

By themselves, pig slurry is not effective as a fertilizer, as they have small proportion of NPK content. Pig slurry is one of the main biogas substrate components during waste processing at biogas plants, it has more microorganisms and organic content. Moreover substrate undergoes temperature treatment that disinfects pig slurry. Due to diversity content substrate has almost 2 times more active ingredients than pig slurry.

Keywords: biogas, substrate, organic waste, anaerobic digestion, hydrolysis, methanogenesis, fermenter, fertilizers.

В основе эффективной переработки навозных стоков посредством анаэробного сбраживания лежит комплексный микробиологический процесс. Многие виды микроорганизмов проявляют активность, приводящую к выработке биогаза и образованию органического удобрения. Кроме того, эти организмы работают в тесном взаимодействии друг с другом. В процессе переработки в биогазовых станциях происходит обеззараживание навозных стоков, при этом в зависимости от содержания сухого вещества из 1 м³ отходов вырабатывается до 6 м³ биогаза, а из одного кубического метра биогаза вырабатывается 2,2 кВт электроэнергии и 2,02 ккал тепловой энергии.

Процесс анаэробного сбраживания традиционно делится на 4 этапа. Первый этап – процесс гидролиза, характерен образованием моносахаридов, аминокислот и жирных кислот. Процесс гидролиза протекает под воздействием ацетогенных бактерий. Второй этап – повышение кислотности, характеризуется выделением органических кислот и двуокиси углерода под воздействием гетероацетогенных бактерий. На третьем этапе происходит образование уксусной кислоты, двуокиси углерода и водорода, что является питательной средой для метанообразующих бактерий. Метаногенез является заключительным, четвертым этапом. На этом этапе благодаря метаногенным микроорганизмам образуются метан и диоксид углерода – биогаз.

Все четыре этапа анаэробного сбраживания проходят в закрытой емкости – ферментаторе, без доступа кислорода, посредством выдерживания самого субстрата от 30 дн при различных температурных режимах.

Различают три основных температурных режима переработки органических отходов посредством анаэробного сбраживания в биогазовых станциях. Психрофильный режим – оптимальная температура в метантенке 15–20 °С, но может быть и ниже. Психрофильный режим обычно используется в летнее время года при небольших объемах перерабатываемых отходов. Мезофильный режим – органические отходы перерабатываются при температуре 30–40 °С. Термофильный режим – при температуре 52–56 °С и применяется в случае необходимости быстрой переработки большого объема органического сырья. Также существует и гипертермофильный вид анаэробного сбраживания, который проходит при температурах от 65 °С, но на биогазовых станциях он не применяется, так как большинство необходимых микроорганизмов погибает.

Процесс брожения содержит множество различных организмов, которые по-разному реагируют на температуру. Но наиболее благоприятными для большинства микроорганизмов в ферментаторе являются мезофильный и термофильный температурные режимы.

Установлено, что на уровень деградации (разложения) перерабатываемого сырья влияет период нахождения сырья в ферментаторе, однако максимальный выход биогаза для большинства отходов наблюдается в первые 5–20 дн выдерживания.

Для жизнедеятельности и осуществления процесса брожения микроорганизмам необходим доступ к соответствующей питательной среде, т. е. субстрату. Бродильный субстрат должен содержать различные элементы: источники энергии, акцепторы электронов, витамины, микро- и макроэлементы в определённых соотношениях [2].

Следует отметить, что сами по себе навозные стоки не являются высокоэффективным сырьем для производства биогаза, поэтому субстрат биогазовой станции готовится из различных видов сырья. Животноводческим сырьем для биогазовых станций является навоз и навозные стоки фермерских хозяйств и крупных агрохолдингов (навоз КРС, свиной навоз, птичий помет). Растительным сырьем могут служить силос (кукурузный, сорго, ячмень), свежескошенная трава. Самым ценным видом сырья для биогазовых станций являются отходы перерабатывающей промышленности: мякотные отходы свиноводческих и птицеводческих перерабатывающих предприятий, отходы молочного производства, сахароварения, пищевой промышленности. Также, сырьем могут служить жиры и шламы очистных сооружений. Комбинация из данных видов сырья увеличивает органическую составляющую субстрата, что положительно влияет не только на выработку биогаза, но и на ценность эффлюента в качестве органического удобрения.

Богатый состав эффлюента обеспечивается широким спектром питательных элементов и, следовательно, большим разнообразием организмов, которые могут на нём вырасти. Эффлюент содержит растворимые минеральные соли, в составе которых азот, фосфор, калий, натриевые, калиевые соли гуминовых кислот и другие растворимые компоненты.

По данным агрохимического анализа образцов эффлюента, проведенного федеральным государственным учреждением «Центр агрохимической службы «Белгородский», было установлено, что эффлюент почти в 2 раза превосходит навозные стоки по содержанию действующего вещества [1]. В одной тонне этого продукта содержится:

- 35 кг органического вещества;
- 3,1 кг азота;
- 1,6 кг фосфора;
- 2,1 кг калия;
- 2,4 кг кальция.

Полученный продукт (органическое удобрение) по содержанию сухого вещества (около 5%) может быть отнесен к жидкому бесподстилочному навозу. Действие питательных элементов по усвояемости в бесподстилочном навозе примерно одинаково с действием минеральных удобрений.

Для испытания удобрений в качестве экспериментальной площадки было использовано посевное поле общей площадью 54 га с различными нормами внесения эффлюента на 1 га пашни. Из них 27 га было отведено под сою и 27 га под кукурузу на зерно. В почву под кукурузу было внесено 1620 м³ биопродукта, а под сою – 1080 м³.

До и после внесения органических удобрений на земельных участках в общем количестве был произведен отбор 120 образцов почвы с последующим их изучением. Проведенным анализом почвы установлены изменения значений некоторых показателей. Отобранные образцы показали положительную динамику азота нитратов применительно ко всем делянкам, где вносился биопродукт (независимо от норм и объема внесения). Значения по данному показателю возросли в 1,1–3 раза. Аналитически выявлен значительный рост содержания P₂O₅ в пашне после внесения эффлюента в некоторых случаях вдвое и более раз.

По результатам уборки сельскохозяйственных культур (сои и кукурузы), посеянных на опытных земельных участках, наблюдается эффективность внесения органических удобрений. Так, при внесении 60 м³ эффлюента на 1 га пашни урожайность сои возрастает на 3,17 ц, а при 70 м³/га на 4,5 ц и 80 м³/га на 4,13 ц соответственно. Положительные результаты были получены и при уборке кукурузы на зерно при следующих объемах внесенного эффлюента: 90 м³/га – урожайность увеличилась на 4,3 ц, 105 м³/га – на 17,5 ц и 120 м³/га – на 28,1 ц.

Проведенной работой экспериментально доказана возможность производства высокоэффективных органических удобрений из навозных стоков методом анаэробного сбраживания на биогазовых станциях. На биогазовых станциях при переработке навозных стоков и других органических отходов могут производиться не только биогаз, но и три вида органических удобрений – непосредственно эффлюент и две его модификации – отсепарированная масса, более густая и богатая действующими веществами и макроэлементами субстанция, и

осветлённые стоки – жидкие, менее богатые удобрения. Благодаря разнице в форме выпуска появляется возможность подобрать оптимальный вариант органического удобрения для каждой конкретной растительной культуры, типа почвы и способа внесения.

Развитие данного направления особо актуально в связи с тем, что в земледелии, ввиду интенсивных севооборотов, наблюдается дефицит поступления в почву органического вещества, отрицательный баланс гумуса и элементов питания растений. Внесение под сельскохозяйственные культуры эффлюента позволит стабилизировать показатели почвенного плодородия и будет служить фактором повышения продуктивности пашни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заключение по результатам закладки опыта по внесению биопродукта под кукурузу и сою ООО «Прохоровская зерновая компания», Похоровский район, Белгородская область // ФГБУ «ЦАС «Белгородский», 2013 – 2 с.

2. Schnurer A. Microbiological Handbook for Biogas Plants / A. Schnurer, A. Jarvis // Swedish Gas Centre Report, 207. – 2010. – 138 с.

УДК 628.316.12:663.43

АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗАМАЧИВАНИЯ ЗЕРНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОЛОДА

Тур Элина Аркадьевна, кандидат технических наук, доцент, УО «Брестский государственный технический университет», Республика Беларусь, г. Брест, tur.elina@mail.ru

Басов Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, УО «Брестский государственный технический университет», Республика Беларусь, г. Брест

Исследованы сточные воды на различных стадиях технологического процесса замачивания зерна при производстве солода на содержание фосфат-ионов, pH, ХПК и взвешенных веществ; в лабораторных условиях продублирован технологический процесс замачивания зерна. Разработаны варианты снижения содержания загрязняющих веществ в сточных водах до нормативных без строительства отдельных очистных сооружений.

Ключевые слова: сточные воды, производство солода, замачивание зерна, фосфаты, взвешенные вещества, реagentный метод.

ANALYSIS OF WASTE WATERS AT DIFFERENT STAGES OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF GRAIN WAKING DURING THE PRODUCTION OF MALT

Tur E. A., Basov S. V.

Wastewater was studied at various stages of the process of soaking the grain during the production of malt for phosphate ion content, pH, COD and suspended solids; the process of soaking the grain was duplicated in the laboratory. Options have been developed to reduce the content of pollutants in wastewater to regulatory levels without the construction of separate treatment facilities.

Keywords: waste water, malt production, grain soaking, phosphates, suspended solids, reagent method.

Производство солода является востребованным и одним из самых рентабельных в Республике Беларусь. Однако на ведущем предприятии – ОАО «Белсолод» (г. Иваново Брестской области) – возникли проблемы, связанные с превышением предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в производственных сточных водах (ПСВ) на выпуске в городскую канализационную сеть, которые, в конечном итоге, попадают в поверхностные воды реки Пина. Была поставлена задача очистки ПСВ на территории предприятия без строительства отдельных очистных сооружений

При производстве солода замачивание, мойку и дезинфекцию ячменя производят партиями по 350 т через 16 ч одновременно в 8 стальных цилиндрических замочных чанах, емкостью 85 м³ каждый. Замочные чаны оборудованы системами подачи и слива воды, воздухоподувками для подачи сжатого воздуха через внешние кольца. Продолжительность замачивания ячменя с двумя воздушными паузами от 35 до 60 ч [1]. Процесс замачивания ячменя является периодическим и происходит в три стадии. В каждой стадии задействованы 8 чанов объемом 85 м³. Результаты расчета водопотребления на процесс замачивания ячменя сведены в таблицу 1. При расчете годового водопотребления принято, что каждые сутки выполняются все три стадии и ежедневно ячмень подается на первую стадию [2].

Авторами были исследованы ПСВ на различных стадиях технологического процесса на содержание фосфат-ионов, рН, ХПК и взвешенных веществ, а также в лабораторных условиях продублирован технологический процесс замачивания зерна и исследован ячмень различных поставщиков (Беларусь, Украина, Дания).

Проведены лабораторные исследования, направленные на снижение содержания загрязняющих веществ в сточных водах до нормативных. Разработаны технологические рекомендации, позволяющие проводить локальную очистку стоков на территории предприятия без строительства отдельных очистных сооружений. Исследования проводили стандартными методами [3–8]. Наименование отобранных проб приведено в таблице 2.

Таблица 1 – Расчетное водопотребление на процесс замачивания ячменя

Технологическая стадия	Водопотребление на 1 партию, м ³	Водоотведение на 1 партию, м ³
Первая стадия		
Мойка оборудования 1-й стадии	16	16
Заполнение чанов водой на 1/3	240,3	240,3
Смыв сплава	169,2	169,2
Заполнение чанов	240,3	215,3
Промывка 1	169,2	169,2
Промывка 2	84,6	84,6
Заполнение чанов	240,3	212,8
Дезинфекция	35,28	35,28
ИТОГО	1195,18	1142,68
Вторая стадия		
Мойка оборудования 2-й стадии	16	16
ИТОГО	16	16
Мойка оборудования 3-й стадии	16	16
Заполнение чанов	240	215,5
ИТОГО	256	231,5
ВСЕГО	1467,18	1390,18

Согласно проведенным исследованиям, наиболее кислыми являются сточные воды, образующиеся после 1-й замочки ячменя.

Таблица 2 – Наименование отобранных проб сточных вод

№ пробы	Наименование пробы
1	Слив замочки на 3-и сут (ячмень пр-во Дания)
2	Слив замочки на 1-е сут
3	Сточная вода из резервуара-усреднителя (смешанная проба слива замочки после 1 и 3 сут)
4	Сточная вода из контрольного колодца на выпуске в сеть городской канализации (смешанная с бытовыми стоками предприятия)
5	Слив замочки на 1-е сутки (ячмень пр-во Дания)
6	Слив замочки на 1-е сутки (ячмень пр-во Дания)
7	Сточная вода из резервуара-усреднителя (смешанная проба слива замочки после 1 и 3 сут)

Результаты исследованных проб сточных вод приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследований

№ пробы	Наименование показателя (в скобках – норма)			
	Фосфаты, в пересчете на Р, мг/дм ³ (не более 11,4)	рН (норма 6,5–8,5)	Взвешенные вещества, мг/дм ³ (не более 450,0)	ХПК, мг/дм ³ (не более 1500,0)
1	10,4	6,21	317	1247,5
2	13,4	5,65	410	1414,2
3	12,4	5,98	379	1397,6
4	11,6	6,07	347	1287,2
5	20,5	5,85	354	1319,5
6	14,7	6,92	364	1390,5
7	17,9	5,65	224	1490,2

В исследованных пробах не было обнаружено превышения содержания взвешенных веществ [2]. Повышенное содержание фосфат-ионов имеют сточные воды, образующиеся после первой замочки ячменя. После 2-й замочки содержание фосфат-ионов находится в пределах допустимого значения. В резервуаре-усреднителе после смешения стоков имеется небольшое превышение, а в выпускном колодце после разбавления промышленных сточных вод бытовыми превышения практически нет (0,2 мг/дм³ – в пределах допустимой погрешности измерений). Проба № 5 дала превышение по содержанию фосфат-ионов. В исследованных пробах не обнаружено превышения по показателю «химическое потребление кислорода» (ХПК). Наиболее высокое значение ХПК имеет проба № 2 (сточные воды после одних суток замочки). Установлено, что наиболее критичными и дающими превышения по всем параметрам являются сточные воды пробы № 2, т. е. воды слива 1-й замочки ячменя (через одни сутки замачивания).

Результаты проведенных исследований позволили предложить несколько технологических схем, которые рекомендуется внедрить на ОАО «Белсолод»:

1) технологическая схема с использованием системы оборотной очищенной воды с целью разбавления концентрированного стока;

2) технологическая схема очистки производственных сточных вод (ПСВ) с использованием реагента СаО с целью нейтрализации кислого стока и снижения содержания взвешенных веществ в концентрированном стоке;

3) разбавление сточных вод в резервуаре-усреднителе дренажной водой.

Предложенные технологические схемы не нарушают основной технологический процесс производства солода и не оказывают отрицательного воздействия (в том числе коррозионного) на состояние технологического оборудования и трубопроводов. Технологические схемы включают следующие сооружения: резервуар-усреднитель сточных вод; реагентное хозяйство; батарею гидроциклонов и вспомогательное оборудование; отстойник; сборник осадков (контейнеры для вывоза или сушки) [9].

Для снижения затрат на реагенты и с целью экономичного режима работы устройств по очистке ПСВ предлагается использовать оборотную систему очистки сточных вод, позволяющую разбавлять наиболее загрязненный залповый сброс водой, прошедшей реагентную и/или физико-механическую обработку, перед сбросом в сеть бытовой канализации. Данное инженерное решение позволяет в значительной степени снизить антропогенную нагрузку на гидроэкосистему реки Пина, протекающей в Брестской области (Республика Беларусь).

ЛИТЕРАТУРА

1. Колуняц К. А. Химия солода и пива / К. А. Колуняц. – М. : Агропромиздат, 1990. – 175 с.

2. Тур Э. А. Проблемы очистки сточных вод, образующихся на стадии замачивания зерна при производстве солода, и пути их решения / Э. А. Тур, Н. В. Левчук, С. В. Басов // Вестник Брестского государственного технического университета. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2018. – № 2. – С. 117–122.

3. Алексеев Л. С. Контроль качества воды / Л. С. Алексеев. – М. : ВШ, 2004. – 153 с.
4. СТБ ИСО 10523-2009 Качество воды. Определение рН.
5. ГОСТ 18309-2014 Вода. Методы определения фосфорсодержащих веществ.
6. СТБ ИСО 6878-2005 Качество воды. Определение фосфора спектрометрическим методом с молибдатом аммония № 1.2.1.79-0013.
7. ГОСТ 31859-2012 Метод определения химического потребления кислорода.
8. ПИДФ 14.1.:2:4.190-03. Москва. 2003 г. Методика определения бихроматной окисляемости (химического определения кислорода) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02».
9. Комарова Л. Ф. Инженерные методы защиты окружающей среды / Л. Ф. Комарова, Л. А. Кормина. – Барнаул : ГИПП Алтай, 2000.

УДК 619:615.31:547.466

ОТХОДЫ ПУШНОГО ЗВЕРОВОДСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Албулов Алексей Иванович, доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом получения биологически активных веществ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», **Россия** г. Щелково, Московская обл., vnitibr@mail.ru

Фролова Марина Алексеевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела получения биологически активных веществ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», **Россия** г. Щелково, Московская обл., vnitibr@mail.ru

Рогов Роман Васильевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», **Россия** г. Щелково, Московская обл., vnitibr@mail.ru

Абрамов Александр Борисович, младший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», **Россия** г. Щелково, Московская обл., vnitibr@mail.ru

Гринь Андрей Владимирович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности», **Россия** г. Щелково, Московская обл., vnitibr@mail.ru

Разработана промышленная технология изготовления белковых гидролизатов из отходов пушного звероводства, отличающихся высоким содержанием свободных аминокислот, в том числе всех незаменимых, отсутствием токсичности при внутрижелудочном введении мышам. Показана эффективность применения белкового гидролизата в комплексном лечении диспепсии молодняка крупного рогатого скота и положительное влияние при скармливании в составе рациона кормления норок клеточного содержания на товарные свойства шкур.

Ключевые слова: отходы пушного звероводства, промышленная технология изготовления, белковый гидролизат, токсичность, эффективность применения.

WASTE FARMING AND THE PROSPECTS FOR THEIR USE

Albulov A. I., Frolova M. A., Rogov R. V., Abramov A. B., Grin A. V.

An industrial technology has been developed for the production of protein hydrolysates from fur-bearing waste products characterized by a high content of free amino acids, including the number of all essential, lack of toxicity after intragastric administration to mice. The effectiveness of the use of protein hydrolyzate in the complex treatment of dyspepsia of young cattle and when fed in the ration of feeding minks of cellular content to the properties of the skins is shown.

Keywords: waste of fur farming, industrial manufacturing technology, protein hydrolyzate, toxicity, efficiency of application.

Решение проблемы утилизации отходов биогенного происхождения является актуальной задачей в связи со сложившейся практически повсеместно сложной экологической об-

становкой. В то же время эти отходы можно использовать в качестве дешевой сырьевой базы для изготовления широкого ассортимента полезных продуктов пищевого, кормового, медицинского и микробиологического назначения [1, 4, 5]. Большими резервами увеличения выработки таких продуктов располагает такая отрасль животноводства, как звероводство.

Отходы пушного звероводства обладают высокой энергетической и биологической активностью, безвредны, гипоаллергенны и представляют собой легко возобновляемый дешевый и доступный источник сырья. Подсчитано, что в среднем зверохозяйстве (4,5 тыс. голов основного стада) выход сырья может составить до 300 т в год. Рациональное использование отходов пушного звероводства может привести не только к значительной экономии материальных ресурсов, но и позволит создать безотходные технологии, способствуя оздоровлению окружающей среды.

В животноводстве и ветеринарии белковые гидролизаты показали высокую эффективность. Они стимулируют рост и развитие организма животных, особенно при применении в раннем возрасте, усиливают терапевтический эффект на фоне обычных лечебных или зоотехнических мероприятий, способствуют нормализации обмена веществ, адаптации и реабилитации после перенесенного стресса, заболевания или операционного воздействия, их используют для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных [2, 3].

Материалы и методы. В качестве исходного сырья для получения белковых гидролизатов использовали отходы пушного звероводства (тушки норок и соболей), полученные при забое в зверосовхозе «Салтыковский» Московской области. Животные перед забоем подвергались диагностик на наличие алеутской болезни норок. Тушки после забоя в течение 2 ч транспортировались до места хранения в холодильной камере (-18 °С), где подвергались заморозке. В качестве ферментсодержащего сырья применяли поджелудочную железу свиньи. В работе использовали стандартные и общепринятые в научных исследованиях органолептические и физико-химические методы исследования.

Результаты исследований и их обсуждение. В ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности» разработана промышленная технология изготовления белковых гидролизатов из отходов пушного звероводства

Получаемый гидролизат является высокоусвояемым белковым продуктом, содержит в своем составе свободные аминокислоты (в том числе все незаменимые), которые, попадая в организм, быстро всасываются без затрат энергии. Белковый гидролизат содержит не менее 1000 мг% свободных аминокислот. Выход продукта после распылительного высушивания составляет 8,8–10,1% от массы исходного сырья с остаточной влажностью не более 5 % и содержанием аминного азота не менее 7 %. Результаты изучения аминокислотного состава белкового гидролизата показали, что он содержит все незаменимые аминокислоты, сумма которых составляет 42,03 г/100 г белка, при этом в гидролизате преобладает содержание лизина, треонина, фенилаланина, лейцина, изолейцина, а также аргинина и глутаминовой кислоты.

В опытах на мышах по изучению токсичности полученного гидролизата было показано, что введение исследуемого препарата не вызывает внешних признаков интоксикации животных. Через 24 ч после введения препарата и в последующие 14 сут гибели животных в контрольных и опытных группах отмечено не было. У животных не было выявлено отклонений во внешнем виде, состоянии шерстного покрова и слизистых, характере выделений, поведенческих реакциях в сравнении с аналогичными показателями животных в контрольной группе (таблица).

Изучение применения белкового гидролизата из тушек норок в комплексном лечении диспепсии молодняка крупного рогатого скота показало, что введение гидролизата на ранних сроках развития болезни позволяет предотвратить развитие данного состояния организма, при этом повысить сохранность молодняка и увеличить среднесуточные привесы.

Таблица – Динамика прироста массы тела у белых мышей после внутрижелудочного введения гидролизата тушек норок

Препарат, доза	Масса животных в % от исходной через:		
	5 сут	10 сут	15 сут
	M ± m	M ± m	M ± m
Контроль (физиологический раствор), 0,5 мл.	119,6 ± 3,36	134,1 ± 3,86	142,4 ± 5,72
Испытуемый препарат			
Гидролизат 0,1 мл + 0,4 мл физиологического раствора	121,7 ± 3,39	136,4 ± 3,81	143,5 ± 5,86
Гидролизат 0,5 мл	124,1 ± 3,42	137,3 ± 3,95	148,4 ± 5,93

Эффективность скармливания белкового гидролизата в рационе кормления норок клеточного разведения оценивалась по товарным свойствам шкур. Скармливание гидролизата из мышечной ткани тушек соболей самцам норок 7–8-месячного возраста в течение 60 дн в дозе 4 г на кг живой массы способствовало увеличению толщины кожного покрова норок и количества волосяных фолликул на различных топографических участках шкур у норок, а также их площади и массы.

Заключение. Показана возможность эффективного использования отходов пушного звероводства в качестве исходного белоксодержащего сырья для получения белкового гидролизата.

Полученный гидролизат является высокоусвояемым белковым продуктом, не токсичным при внутрижелудочном введении мышам, содержащим в своем составе свободные аминокислоты (в том числе все незаменимые), которые легко всасываются в желудочно-кишечном тракте животных без затрат энергии.

Полученная кормовая добавка может быть рекомендована для использования в составе рациона кормления животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Албулов А. И. Получение эффективных биопрепаратов из отходов биогенного происхождения / А. И. Албулов, М. А. Фролова, А. В. Гринь, А. Е. Гунько : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 110-летию со дня рождения д. в. н., профессора А. В. Есютина Актуальные вопросы импортозамещения в сельском хозяйстве и ветеринарной медицине, 31 марта 2016 г., Троицк. – С. 7–9.
2. Квартникова Е. Г. Актуальные проблемы кормления клеточных пушных зверей и пути их решения / Е. Г. Квартникова // Достижения науки и техники АПК. – 1012. – № 4. – С. 35–38.
3. Курбанова М. Г. Белковые гидролизаты с биологически активными пептидами / М. Г. Курбанова, И. С. Разумникова, А. Ю. Просеков // Молочная промышленность. – 2010. – № 9. – С. 12–14.
4. Максимюк Н. Н. Биотехнологические аспекты переработки белковых отходов животного происхождения / Н. Н. Максимюк, А. Н. Денисенко, Д. С. Мисак // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 9. – С. 44–45.
5. Фролова М. А. Получение продуктов гидролиза белка из сырья животного и растительного происхождения / М. А. Фролова, А. И. Албулов, Р. В. Рогов // Молодежная наука – пищевой промышленности: матер. II Междунар. науч. конф. – Ставрополь, 2011. – С. 151–154.

РАЗРАБОТКА БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Маградзе Елена Ильинична, старший преподаватель ФГБОУ ВО «УдГУ», Россия, Удмуртия,
г. Ижевск, elena.magradze@gmail.com

Разработан способ утилизации молочной сыворотки как отхода молочной промышленности. Предлагается использовать молочную сыворотку в качестве питательной среды при получении бактериального удобрения.

Ключевые слова: молочная сыворотка, бактериальное удобрение, *Azotobacter*, *Streptomyces*

THE DEVELOPMENT OF BACTERIAL FERTILIZERS IS ONE OF THE WAYS OF WHEY DISPOSAL

Magradze E.I.

The method of utilization of whey as a waste of the dairy industry is developed. We propose to use whey as a nutrient medium in the obtaining of bacterial fertilizer.

Keywords: dairy whey, bacterial fertilizer, *Azotobacter*, *Streptomyces*.

Молочная сыворотка является отходом производства кисломолочных продуктов, таких как творог, сыры. Ежегодно в мире вырабатывается до 5 млн. тонн молочной сыворотки [3]. Молочная сыворотка, попадая в сточные воды, загрязняет окружающую среду, поэтому одной из проблем молочной промышленности является полная утилизация этого отхода.

Из сыворотки готовят продукты питания для спортсменов, детей, различные напитки, выделяют лактозу, ценный белок, используемый в пищевой промышленности. Но у этих способов есть недостатки: сывороточные белки могут вызывать аллергические реакции; при получении отдельных компонентов часть сыворотки сливается в отходы; такими методами нельзя решить проблему полной утилизации сыворотки. За рубежом на молокозаводах имеются установки для высушивания молочной сыворотки, что позволяет концентрировать до 80 % этого отхода производства. Еще один способ утилизации молочной сыворотки – использование на корм сельскохозяйственным животным [1,2]

В России из части сыворотки получают концентраты путем высушивания. Однако большая часть сыворотки сливается в сточные воды. Дело в том, что в России много заводов с небольшим объемом вырабатываемой сыворотки. На таких заводах использование сушильной установки является нерентабельным [1].

Мы предлагаем использование молочной сыворотки в качестве питательной среды как один из способов ее утилизации. Единственный недостаток молочной сыворотки в этом качестве – высокая концентрация питательных веществ, тогда как бактерии предпочитают гипотонические растворы. Однако эту проблему можно решить, разбавляя сыворотку. Этот способ не поможет утилизировать полностью молочную сыворотку, однако позволит частично решить проблему, особенно на молокозаводах с малым объемом сыворотки.

Нами разработано бактериальное удобрение. Мы выращиваем такие бактерии как *Azotobacter* и *Streptomyces*, разводя сыворотку в восемь раз. Оптимальную концентрацию питательных веществ устанавливали разведением сыворотки с шагом 2. Производство является безотходным, так как после культивирования бактерии не отделяются от культуральной жидкости, удобрение используется практически полностью, вместе с сывороткой. Еще одним положительным качеством нашего удобрения является известный качественный состав микроорганизмов, что исключает попадание условно-патогенных и патогенных бактерий в почву, как бывает в случаях с ферментированным навозом.

Бактерии рода *Azotobacter* являются свободноживущими почвенными азотфиксаторами, поэтому часто используются в бактериальных удобрениях. Стрептомицеты – почвенные организмы, обладающие антагонистической, протеолитической, амилитической активностью. Мы не находили данных по использованию стрептомицетов в качестве культур для

бактериальных удобрений. Однако наши исследования показали, что бактериальное удобрение, содержащее *Streptomyces*, увеличивает всхожесть семян на 15–17 %.

Мы выращиваем бактерии на разведенной сыворотке в течение 7 суток. Азотобактеры и стрептомицеты мы культивируем отдельно. Конечная концентрация азотобактеров и стрептомицетов составляет $(0,5-2) \cdot 10^{10}$ и $(6-8) \cdot 10^7$ КОЕ/л соответственно. Однако полученные результаты по содержанию стрептомицетов в удобрении занижены, так как стрептомицеты не только распределяются в толще питательной среды, но и образуют на поверхности сыворотки крупные скопления. При подсчете учитывались только стрептомицеты, распределенные в толще молочной сыворотки.

Эффективность удобрения проверяли на сельскохозяйственных культурах: томатах, моркови, редисе, люцерне. Удобрения положительно влияют на увеличение зеленой массы растений. Стрептомицеты увеличивают всхожесть семян.

Удобрение способствует удержанию влаги в почве. Актуальность удерживания влаги в почве была доказана на примере выращивания капусты в лабораторных условиях в летнее время. Через тридцать дней после начала культивирования при контрольном поливе погибло 14 растений из 30, когда как при поливе удобрением, содержащем стрептомицеты, погибло всего одно растение из 30, а при поливе удобрением, содержащим азотобактеры, не погибло ни одного растения.

Основные опыты проводились в лабораторных условиях в небольших контейнерах. Два опыта с морковью проводили в открытом грунте. В дальнейшем планируется проводить основные опыты в открытом грунте с другими культурными растениями и большой выборкой семян. Предварительные данные показывают, что удобрения по-разному действуют на разные культуры растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Догарева Н. Г. Перспективные направления развития исследований по переработке молочной сыворотки / Н. Г. Догарева, М. Б. Ребезов, О. В. Ткачук, Э. М. Салихова, С. Г. Канарейкина // Молодой ученый. – 2015. – №14. – С. 149–151.
2. Пронина О. В. Современное состояние переработки молочной сыворотки / О. В. Пронина, К. К. Полянский // Инновации в науке : сб. ст. по матер. XLVII междунар. науч.-практ. конф. № 7(44). – Новосибирск: СибАК, 2015. – С. 12–14.
3. Macwan S. R. Whey and its Utilization / S. R. Macwan, B. K. Dabhi, S. C. Parmar, K. D. Aparnathi // Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. – 2017. – 5(8) : 134–155.

УДК 631.89

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Нефедов Александр Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», *Россия*, a.v.nefedov@yandex.ru

Иванникова Наталья Александровна, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», *Россия*, guazannautica@yandex.ru

На основе наработок по приготовлению и применению сложных компостов из торфа, соломы, навоза, сапропеля, минеральной составляющей показана проблема, ставятся вопросы и даются направления поиска по изучению и использованию осадка сточных вод в качестве удобрения и/или мелиоранта. Решение этих вопросов позволит повысить инвестиционную привлекательность в использовании осадков сточных вод.

Ключевые слова: осадок сточных вод, компосты, утилизация, мелиорант, органические удобрения.

TO THE QUESTION OF THE USE OF SEWAGE SLUDGE

Nefedov A. V., Ivannikova N. A.

On the basis of developments, on the preparation and application of complex composts of peat, straw, manure, sapropel, mineral component, the problem is shown, questions are posed and directions are given for the study and use of sewage sludge as a fertilizer and / or ameliorant. The solution of these issues will increase the investment attractiveness in the use of sewage sludge.

Key words: sewage sludge, composts, utilization, reclamation, organic fertilizers.

Интенсификация земледелия и недостаточное внесение в почву органического вещества приводит к излишней минерализации гумуса – основного носителя плодородия [3, 5, 6]. Уменьшение плодородия усугубляется дефицитами энергетических и материальных ресурсов в стране, приводящими к резкому сокращению применения в сельском хозяйстве удобрений, химических мелиорантов и т. д. [2]. Важную роль в этой ситуации играет использование местных ресурсов, отходов промышленности, ЖКХ, сельскохозяйственного производства и т. д. Решением этих вопросов занимается «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова». Сотрудниками института Л. В. Кирейчевой, О. Б. Хохловой, В. М. Яшиным и др. разработаны удобрительные мелиоранты включающие в состав: солому, навоз, торф, сапропель, и т. д., различные минеральные составляющие, и показано их влияние на растения, плодородие почвы, рассчитана экономическая эффективность [1, 2, 4, 7].

Одним из основных побочных продуктов антропогенной деятельности является сточные воды общегородских и поселковых сетей канализации, крупных животноводческих комплексов. С ростом городов объем сточных вод и твердых осадков, получаемых при их очистке, с каждым годом возрастает. Распространенным способом утилизации осадков сточных вод (ОСВ) является использование их на удобрения полевых культур и в качестве биомелиорантов. По концентрации органического вещества, азота, фосфора, калия и микроэлементов они не уступают традиционным видам удобрений и мелиорантам. Использование их имеет большое экологическое значение, так как решается проблема утилизации, устраняется дефицит органических и минеральных удобрений, а также мелиорантов с целью предотвращения деградации почв.

Составление и приготовление компостированием различных компонентов удобрительных и мелиорирующих смесей на основе имеющихся местных органических отходов дает возможность оптимально приспособить их для конкретных условий и тем самым увеличить агрономическую ценность, экономическую эффективность и экологическую безопасность [1, 2, 4, 7]. При составлении и приготовлении удобрений и смесей из имеющихся компонентов необходимо руководствоваться следующими нормативными документами: 1 – ГОСТ 34103-2017 Удобрения органические. Термины и определения; 2 – ГОСТ Р 53117-2008 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия; 3 – ГОСТ Р 55570-2013 Удобрения органические. Биокомпосты. Технические условия; 4 – ГОСТ 33830-2016 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия; 5 – ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений; 6 – ГОСТ Р 54651-2011 Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия, 7 – ГОСТ Р 50611-93 Удобрение комплексное органоминеральное. Технические условия; 8 – ГОСТ Р 53117-2008 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия и др.

Влияние осадка сточных вод на урожайность сельскохозяйственных культур, почвенное плодородие изучались и изучаются многими учеными и практиками: О. Д. Архип; И. Г. Вазенин; С. Ф. Покровская, А. А. Войцеховская, П. И. Анспок, Л. А. Жукова, В. А. Касатиков, Л. И. Сергиенко, С. М. Богатырев, В. П. Тянь и другие. Однако для правильного использования осадка сточных вод в качестве удобрений необходимо в каждом конкретном регионе организовать всестороннее изучение их химического состава, определить удобрительную ценность и обосновать применение в качестве удобрений и/или мелиоранта.

Так же необходима постановка экспериментов, в том числе многолетних, и проведение мониторинга участков и территории с целью решения ряда вопросов: влияние на пищевую ценность растений, максимальная доза, целесообразная для применения, разработка способов использования и технологии внесения, принципов составления смесей и методики расчета доз внесения для различных условий и культур; определение пролонгированного влияния на рост растений; изучение степени инфекционного загрязнения и санитарно-гигиенического состояния получаемой продукции и окружающей среды, изменения микроэлементного состава растений и почвы; установить влияние на агрофизические, агрохимические свойства почвы и почвенную биоту, разработать методику эколого-экономической оценки внесения смесей и др.

Таким образом, от практического решения этих и других возникающих вопросов будет зависеть привлекательность использования ОСВ для товаропроизводителей в применении, приготовлении и использовании его в качестве удобрения и/или мелиоранта при выращивании сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванникова Н. А. Применение органоминеральных смесей для повышения плодородия почвы // Н. А. Иванникова, А. В. Нефедов // ВНИИОЗ «Орошаемое Земледелие». – № 4. – Волгоград, 2017. – С. 17–18.
2. Кирейчева Л. В. Исследования пролонгированного действия органоминерального удобрения «Сапросил» и его влияние на урожай овса / Л. В. Кирейчева, В. М. Яшин, А. В. Нефедов, Н. А. Иванникова, К. Н. Евсенкин // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : 2 Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. – Соленое Займище : ФГБНУ ПНИИАЗ, 2017. – С. 1070–1075.
3. Нефедов А. В. Изменение свойств осушенных торфяно-подзолисто-глеевых почв при длительном использовании [Текст] / А. В. Нефедов, А. В. Ильинский, А. Е. Морозов // Земледелие. – 2018. – № 2. – С. 23–25.
4. Нефедов А. В. Оценка пролонгированного влияния органоминерального удобрения на урожай сельскохозяйственной продукции [Текст] / А. В. Нефедов // Современные энерго-и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства Сб. тр. науч. чтения. – Вып. 13 / Под ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань : ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова – 2017. – С. 174–178.
5. Ушаков Р. Н. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистых почв в процессе длительного сельскохозяйственного использования [Текст] / Р. Н. Ушаков, А. В. Нефедов, Н. А. Иванникова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2017. – 3 (35). – С. 78–83.
6. Шевченко В. А. Особенности трансформации осушенных торфяно-подзолисто-глеевых почв при длительном сельскохозяйственном использовании [Текст] / В. А. Шевченко, А. В. Нефедов, А. В. Ильинский А. Е. Морозов // Вестник РАСХН (8 июня 2018 г.). – № 3. – 2018. – С. 25–28.
7. Nefedov A. V., Ivannikova N. A. Prospects of application of organic fertilizers based on peat and sargol [Электронный ресурс] / А. В. Нефедов, Н. А. Иванникова // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : 3-я Международ. науч.-практ. Интернет конф. / С. Соленое-Займище ФГБНУ «ПНИИАЗ, 2018. – С. 128–133.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕОЛИТОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПТИЦЕФАБРИК

Бекренёв Дмитрий Сергеевич, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина» Россия, г. Елец, d.bekrenev@yandex.ru

Обеззараживание навоза, детоксикация тяжёлых металлов и образование полезных для растений соединений происходит в процессе компостирования с применением природных минералов и комплекса микроорганизмов.

Ключевые слова: отходы, тяжёлые металлы, птицеводство, земледелие, цеолиты.

FEATURES OF INTERACTION OF ZEOLITES AND ORGANIC WASTE OF POULTRY FARMS

Bekrenev D.S.

Disinfection of manure, detoxification of heavy metals and the formation of useful compounds for plants occurs in the process of composting using natural minerals and a complex of microorganisms.

Key words: waste, heavy metals, poultry, agriculture, zeolites.

В последнее время особое значение стали придавать экологическим проблемам развития экономики, в том числе сельского хозяйства. Основной источник опасности для окружающей среды в России – проблема отходов, которая несёт потенциальную угрозу как для здоровья человека, так и для экологии страны.

Промышленное птицеводство является источником большого количества органических отходов, которые в большинстве случаев никак не используются, а складываются на близлежащих территориях предприятий. Территории хранения помета распространяют резкий неприятный запах, способствуют ускоренному росту и развитию количества личинок гельминтов и многих прочих микроорганизмов, которые являются возбудителями серьёзных заболеваний, а также загрязняют почву, водоемы и подземные воды.

Подстилочный куриный помет – ценное органическое удобрение. Содержит большое количество различных питательных элементов в легкодоступной для растений форме. Для интенсивного применения органических отходов птицеводства в земледелии нужна обоснованная технология их внесения. Поэтому, достаточно актуальными являются исследования по обоснованию применения отходов птицефабрик.

Известным фактом является применение цеолитсодержащих пород в животноводстве, растениеводстве, медицине, а также их используют для детоксикации загрязнённых почв и сточных вод тяжёлыми металлами.

Мероприятия, которые связаны со снижением распространения тяжёлых металлов в окружающей среде должны быть направлены, прежде всего, на предупреждение загрязнения объектов окружающей среды, разработку новых приемов экологически безопасного воздействия на окружающую среду, в том числе на продукцию, потребляемую человеком и сельскохозяйственными животными [1, 2, 3].

Цель исследований – изучить взаимодействие цеолитов, куриного подстилочного помёта и комплекса микроорганизмов по отношению к микро- и макроэлементам, содержащимся в органическом субстрате. Работа проводилась на базе научно-исследовательской агрохимической лаборатории ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина» по схеме, указанной на рисунке 1.

Использовались цеолиты Тербунского месторождения Липецкой области, которые имеют слоистую структуру с множеством микро- и нанопор размером 600–80 нм и средним химическим составом (масс. %): Na (0,64), Mg (0,54), Al (13,48), Si (27,57), K (2,39), Ca (0,75) [4].

В качестве микроорганизмов использовали следующий комплекс: *Lactobacillus casei* 21; *Streptococcus lactis* 47; *Rhodopseudomonas palustris* 108; *Saccaromyces cerevisiae* 76 и сапро-

трофные микроорганизмы. Исследования проводились в 5 вариантах с разным сочетанием доз помёта и цеолитов.

Разложение субстрата происходило с нарастанием температуры, при этом максимальная температура отмечалась с внесением комплекса микроорганизмов. Изменения можно было наблюдать и визуально, перепревший навоз имел рыхлую тёмно-коричневую консистенцию, небольшой оттенок серости придавало внесение цеолита, но при этом субстрат имел более рассыпчатую структуру. В вариантах с внесением комплекса микроорганизмов полностью отсутствовали перья.



Вариант перед закладкой

Рисунок 1 – Схема опыта.

Перед закладкой опыта был проведён агрохимический анализ подстильного помёта. Было установлено, что содержание всех микроэлементов находилось в пределах предельно допустимой концентрации, за исключением меди. Превышение концентрации по данному элементу составило 2,336 мг/кг. Содержание цинка и марганца подходило к пределам ПДК и составило соответственно 20,385 и 126,68 мг/кг. Интенсивное использование подстильного помёта в земледелии может привести к накоплению тяжёлых металлов, поэтому одной из задач наших исследований был поиск приемов снижения их подвижности.

Внесение в органический субстрат цеолита в количестве 50 %, способствовало интенсивной детоксикации микроэлементов. Содержание железа снижалось на 70 % по отношению к подстильному навозу и на 57 % по отношению к контролю (перепревший навоз). Содержание меди снизилось на 80 и на 66 % соответственно. При этом в варианте без внесения цеолита (перепревший навоз) наблюдалось незначительное превышение ПДК по меди, которое составило около 1 мг/кг.

Незначительное снижение содержания цинка обеспечивало внесение цеолита в органику от 1,8 и до 6 % в зависимости от концентрации цеолита. По отношению к свинцу и кадмию цеолит обеспечивал снижение количества данных элементов в среднем на 50 и 60 % соответственно.

Экспериментально доказано, что органические отходы птицефабрик при компостировании их с цеолитом и комплексом микроорганизмов не представляют опасности и не могут быть источником загрязнения почв и, следовательно, продукции растениеводства опасными химическими соединениями.

Предлагаемые варианты органоминерального удобрения на основе природного цеолита являются удобрениями пролонгированного действия, так как они действуют как ионообменники, постепенно обмениваясь с почвой своими компонентами. Они обеспечивают растения азотом, фосфором, калием, кальцием и относятся к комплексным удобрениям, обеспечивающим питание растений на протяжении всего периода роста и развития. Такие органоминеральные удобрения целесообразнее вносить осенью или весной в зависимости от почвенных и климатических условий

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреевская Л. П. Подбор и агроэкологическая оценка сельскохозяйственных культур на способность снижать содержание тяжелых металлов в почве / Л. П. Андреевская // Поволжский экологический вестник. – 1998. – № 5. – С. 192–194.
2. Демченко Л. И. Использование почв, загрязненных тяжелыми металлами, – рекультивация или подбор культур / Л. И. Демченко // Сертификация и управление качеством экосистем на Южном Урале : Тез. докл. Всерос. науч. техн. конф. – Оренбург, 1997. – С. 126.
3. Колесников С. И. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на экологобиологические свойства чернозема обыкновенного / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков // Экология. – 2004. – № 3. – С. 193–201.
4. Щучка Р. В. Особенности структуры и химическая характеристика природных минералов Тербунского месторождения (Липецкая область) / Р. В. Щучка, В. А. Кравченко, В. А. Гулидова, Ю. В. Брыкина, С. М. Мотылева, М. Е. Мертвищева // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 2 (120). – С. 46–51.

УДК 662.767.2

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

Зубин Владислав Васильевич, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский Аграрный Университет», Россия, г. Троицк, zubin0107@gmail.com

Пташкина-Гирина Ольга Степановна, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский Аграрный Университет», Россия, г. Троицк, girina2002@mail.ru

Телюбаев Жаслан Барлыкович, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский Аграрный Университет», Россия, г. Троицк, telyubaev@yandex.ru

В статье представлен наиболее эффективный способ утилизации и переработки навоза, произведен расчет эффекта от биогазовой установки на примере свинокомплекса на Южном Урале; построена номограмма для определения необходимого объема реактора для переработки отходов свинокомплексов.

Ключевые слова: биогазовые установки, технологии переработки навоза, биогаз, удобрение, анаэробное брожение.

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF BIOGAS PLANTS IN THE SOUTHERN URALS

Zubin V. V., Ptashkina-Girina O. S., Telyubaev Zh. B.

The article presents the most effective way of utilization and processing of manure, calculated the effect of a biogas plant on the example of the South Urals pig farm, also built a nomogram to determine the required volume of the reactor for the processing of waste pig farms.

Keywords: biogas plants, manure processing technologies, biogas, fertilizer, anaerobic fermentation.

В Челябинской области очень много крупных животноводческих комплексов, которые пагубно влияют на экологию. На сегодняшний день животноводческие комплексы наравне с промышленными предприятиями представляют опасность для человека и окружающей среды. Ежегодно в области производится миллионы тонн навозной массы.

На конец января 2018 г. поголовье свиней в хозяйствах всех сельхозпроизводителей России составило 23,5 млн голов [1, 7, 8, 9]. Если же брать Челябинскую область, которая славится своей металлургической и машиностроительной промышленностью, то Южный Урал по России занимает второе место по производству мяса всех видов, включая птицу, и шестое место по производству свинины. На конец апреля поголовье свиней составило 1026,5 тыс. голов [7,9].

В среднем на одну голову на свиномкомплексе приходится 4,5 кг навоза в сутки. Учитывая всю Россию, только от свиней в сутки выделяется 105750 т навоза и 38598750 т в год. Свиномкомплексы Челябинской области производят в среднем 4619 т навоза в сутки, и 1686026 т в год.

По данным Всемирной организации здравоохранения, навоз являются фактором передачи более 100 видов различных болезней животных и людей. В навозе содержится огромное количество яиц глистов и семян сорных растений. Кроме того стоки помета и навоза с животноводческих комплексов просачиваются в грунтовые и поверхностные воды, резко ухудшая качество воды и делая ее непригодной для водопользователей [2, 3, 4].

На сегодняшний день известно довольно много способов утилизации и переработки навоза, но более или менее значительное распространение получили только некоторые из них: компостирование, вермикомпостирование, пеллетирование, анаэробное сбраживание. Анаэробное сбраживание самый эффективный способ утилизации навоза. Это такая технология выработки высококачественного удобрения и экологически чистого топлива, благодаря бактериям.

Используется биогаз в качестве топлива для производства тепла или пара, электроэнергии или в качестве моторного топлива. Применение биогаза особенно эффективно в масштабах крупных агропромышленных комплексов, где достигается полный экологический цикл. Производство биогаза экологически целесообразно и экономически выгодно, особенно при переработке постоянного потока отходов, таких как стоки животноводческих ферм, скотобойен или растительных отходов [5, 6, 8].

Достоинства такой технологии заключаются в том, что за достаточно небольшой срок количество патогенных организмов, если сравнивать с исходным субстратом, значительно уменьшается, в результате получают ценные органические удобрения для почвы. Ещё в процессе анаэробного сбраживания образуется биогаз, который можно использовать круглогодично на компенсирование собственных и энергетических нужд установки.

Свиномкомплекс «Ключи» является структурным подразделением агрохолдинга «Ариант». Открыт в 2016 г. Мощность: 50 тыс голов свиней. Расположен в поселке Ключи Еманжелинского района и является частью свиноводческого кластера ООО «Агрофирма Ариант». На данный момент у агрофирмы «Ариант» есть девять свиномкомплексов. Три на Красногорской площадке и еще шесть свиномкомплексов находятся в Увельском районе. Это Рождественка, Каменский, Березовский, Красносельский, Михири и в поселке Ключи. Единовременно на свиномкомплексах агрохолдинга может содержаться более 600 тыс голов [1].

Для повышения эффективности переработки навоза предлагается установить на территории комплекса биогазовую установку и когенерационную установку для выработки тепловой и электрической энергии. Тепловую и электрическую энергию реализуем для внутреннего потребления. Для удобства подбора объема реактора, исходя из количества свиней и продолжительности сбраживания по данным [8, 10, 11] была разработана номограмма (рисунок 1).

Биогазовая установка для свиноводческого комплекса – это многопродуктовое устройство: продукты на выходе – это электроэнергия, тепловая энергия и удобрения. Поэтому эффект от установки БГУ будет трехкомпонентным [12]. Суточный выход биогаза $2637,2 \text{ м}^3$, а $P_{\text{тов.эл}} = 183,4 \text{ кВт}$,

где $P_{\text{тов.эл}}$ – товарная электрическая мощность, кВт ;

$P_{\text{тов.т}}$ – товарная тепловая мощность, кВт.

1) Годовая прибыль от реализации удобрений, \mathcal{E}_1 , руб.

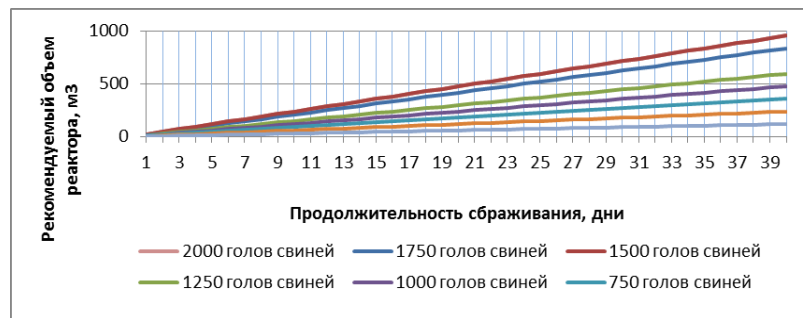


Рисунок 1 – Номограмма для определения необходимого объема реактора для переработки отходов свиней.

Затраты на производство одного вида продукции скалькулируем в равных долях.

$$\mathcal{E}_1 = B - 33\% \cdot \mathcal{E}_3, \quad (1)$$

где B – выручка от реализации удобрений, руб;

\mathcal{E}_3 – эксплуатационные затраты, руб.

2) Годовая прибыль от использования электроэнергии, \mathcal{E}_2 , руб.

$$\mathcal{E}_2 = P_{\text{тов.эл}} \cdot 24 \cdot 365 \cdot T_3 - 33\% \cdot \mathcal{E}_3, \quad (2)$$

где T_3 – тариф на электричество, руб./кВт·ч.

Тогда себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии, C_3 , руб: $C_3 = 1,12$.

3) Годовая прибыль от использования тепловой энергии, \mathcal{E}_3 , руб.

Отопительный сезон длится 8 месяцев, исходя из этого условия, получим:

$$\mathcal{E}_3 = P_{\text{т.к}} \cdot 24 \cdot 8 \cdot 30 \cdot T_T - 33\% \cdot \mathcal{E}_3, \quad (3)$$

где $P_{\text{т.к}}$ – тепловая мощность когенерационной установки, кВт;

T_T – тариф на тепловую энергию, Гкал.

$P_{\text{т.к}} = 197,4 \text{ кВт} = 0,1697 \text{ Гкал/ч}$

Тогда себестоимость 1 Гкал тепловой энергии, C_T , руб: $C_T = 1846,7$

Каждое с.-х. предприятие обязано платить единый сельскохозяйственный налог в размере 6 % от прибыли. Поэтому рассчитаем чистую прибыль, \mathcal{E}_4 , руб.

$$\mathcal{E}_4 = (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3) \cdot 94\%; \quad (4)$$

$$\mathcal{E}_4 = 7074916,57 \cdot 94\% = 6650421,58.$$

Исходя из проделанной работы, можно сделать вывод, что внедрение проекта повлечет за собой достижение основной цели – повышение эффективности и снижение затрат. Наиболее перспективным способом утилизации отходов животноводства является анаэробное сбраживание. Также была рассчитана номограмма для определения необходимого объема реактора для свинокомплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрофирма «Ариант» [Электронный ресурс]: тематический [сайт]. URL: <https://ariant-agro.ru/> (дата обращения: 20.05.2018).
2. Низамутдинова Н. С. Мировой и российский опыт применения государственной поддержки возобновляемой энергетики / Н. С. Низамутдинова, И. М. Кирпичникова, О. С. Пташкина-Гирина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – Серия : Энергетика. – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 140–145.
3. Низамутдинова Н. С. Краткий обзор методик оценки эффективности технологий ВИЭ в электроэнергетике / Н. С. Низамутдинова, О. С. Пташкина-Гирина // Приоритетные направления развития энергетики в АПК : Сб. статей по материалам II Всеросс. (национальной) науч.-практ. конф. / Под общей редакцией С. Ф. Сухановой. – 2018. – С. 109–113.

4. Низамутдинова Н. С. Меры государственной поддержки возобновляемой энергетики в мире и РФ / Н. С. Низамутдинова, О. С. Пташкина-Гирина // Наука ЮУрГУ : материалы 69-й научной конференции : секции технических наук. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет. – 2017. – С. 320–327.
5. Низамутдинова Н. С. Экономическая оценка проектов возобновляемой энергетики / Н. С. Низамутдинова, О. С. Пташкина-Гирина, Р. Ж. Низамутдинов // Наука ЮУрГУ : Материалы 67-й науч. конф. – Министерство образования и науки Российской Федерации; Южно-Уральский государственный университет. – 2015. – С. 1172–1178.
6. Пташкина-Гирина О. С. Переработка отходов животноводства для использования их в качестве удобрения / О. С. Пташкина-Гирина, Ж. Б. Телюбаев, С. К. Шерьязов // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 80. – С. 184–190.
7. Росстат [Электронный ресурс]: тематический [сайт]. URL: <http://agro-mak.ru/novosti/rosstat-rossiya-v-yanvare-uvlichila-proizvodstvo-selхозпродукции-na-25/> (дата обращения: 14.05.2018).
8. Саплин Л. А. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей с использованием возобновляемых источников. учебное пособие / Л. А. Саплин, С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина, Ю. П. Ильин / под общ. Ред. Л. А. Саплина. – Челябинск : ЧГАУ, 2000.
9. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Челябинской области [Электронный ресурс]: тематический [сайт]. URL: http://chelstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/chelstat/ru/statistics/enterprises/agriculture/ (дата обращения 14.05.2018).
10. Sheryazov S. K. Increasing power supply efficiency by using renewable sources / S. K. Sheryazov, O. S. Ptashkina-Girina, 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). Proseedings. – 2016. – С. 7910986.
11. Шерьязов С. К. Методика оценки энергетических характеристик возобновляемых источников / С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина, А. Т. Ахметшин, О. А. Гусева // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (45). – С. 114–124.
12. Шерьязов С. К. Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве / С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина. – Челябинск : Челябинская государственная агроинженерная академия, 2013.

УДК 631.871

РОЛЬ ПОСЛЕУБОРОЧНЫХ ОСТАТКОВ В КРУГОВОРОТЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АГРОЦЕНОЗАХ

Русакова Ирина Викторовна, кандидат биологических наук, ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», *Россия*, п. Вяткино Владимирской обл. rusakova.iv@yandex.ru

Количество растительных остатков зависит от вида культуры в севообороте, применяемых удобрений и методов управления послеуборочными остатками. В зерновом агроценозе с основной продукцией удаляется 32–36 %, картофеля – 74–78 %. Схранение на поле всего объема послеуборочных остатков позволяет вернуть в почву после уборки ячменя 64–68 % растительной биомассы, картофеля – 22–26 %. Запашка соломы ячменя обеспечила увеличение возврата в биологический круговорот питательных элементов: азота в 1,3–1,5, фосфора – 1,5–1,8, калия – в 2,6–2,8 раза по сравнению с ее удалением.

Ключевые слова: биологический круговорот, солома, послеуборочные растительные остатки, структура биомассы, вынос элементов питания

ROLE OF POST-HARVEST PLANT RESIDUES IN THE CIRCLE OF BIOGENIC ELEMENTS IN AGROCENOSSES

Rusakova I. V.

The amount of crop residues depends on the type of crop in the crop rotation, fertilizers used and methods of managing the residues after harvest. In the agrocenosis of grain, 32–36% of the main products are removed, and potatoes, 74–78%. Leaving the total amount of residues after harvest on the field allows returning 64–68% of the plant biomass to the soil after harvesting barley and 22–26% of potatoes. The introduction of barley straw into the soil ensured an increase in the return to the biological cycle of nutrients: nitrogen 1.3–1.5 times, phosphorus 1.5–1.8 times, potassium 2.6–2.8 times compared to with its removal.

Keywords: biological cycle, straw, post-harvest plant residues, biomass structure, removal of nutrients.

В современных условиях низкий уровень применения органических и минеральных удобрений, отчуждение не только основной, но и побочной растительной продукции, недооценка роли биологических ресурсов агроценозов приводят к некомпенсированному расходу почвенного плодородия, снижению содержания органического вещества и отрицательному балансу элементов питания в пахотных почвах. В современной земледелии в России вынос питательных веществ с урожаем сельскохозяйственных культур в 2.4 раза превышает уровень их возврата с удобрениями и растительными остатками [5], ежегодное отрицательное сальдо баланса азота составляет 34–50, фосфора – 9–16, калия – 38–64 кг/га [2]. В качестве дополнительного ресурса и оптимизации круговорота биогенных элементов и органического вещества в агроценозах необходимо использовать послеуборочные остатки выращиваемых культур. Растительные остатки сельскохозяйственных культур являются основным источником поддержания и воспроизводства запасов почвенного органического вещества, обеспечивают возврат в хозяйственно-биологический круговорот питательных элементов и таким образом способствуют снижению степени разомкнутости биологического круговорота веществ в агроценозах [3, 4, 6, 7].

Исследования проводили в длительном полевом опыте, заложенном в 1997–1998 гг. на опытном поле ФГБНУ ВНИИОУ на дерново-подзолистой супесчаной почве в севообороте (4-я ротация): озимая пшеница – люпин – картофель – ячмень – однолетние травы (люпин + овес). Схема: 1) без удобрений; 2) NPK – фон (озимая пшеница – N₃₀, люпин – N₃₀P₆₀K₆₀, картофель N₉₀P₉₀K₁₂₀, ячмень – N₆₀P₆₀K₆₀, однолетние травы – N₆₀P₄₅K₄₅); 3) фон + солома озимой пшеницы, люпина, ячменя; 4) фон + солома озимой пшеницы, люпина; 5) фон + солома озимой пшеницы; 6) солома озимой пшеницы, люпина, ячменя. В данной работе анализируются варианты 1–3 в агроценозах ячменя и картофеля.

Согласно проведенным исследованиям запасов и структуры биомассы в агроценозе ячменя, чистая первичная продукция – здесь учетная ЧПП = основная продукция (зерно) + побочная (солома) + надземные растительные остатки (стерня + опад) + подземные растительные остатки (корни) – составила 8,03–13,42 т/га в зависимости от вида и доз применяемых в опыте удобрений (рисунок 1).

В ее структуре 32–36 % приходилось на основную продукцию (зерно), 38–40 % – на солому и надземные растительные остатки, 24–30 % – на корневые остатки. При уборке урожая по традиционной технологии с удалением соломы (варианты 1, 2) с поля удаляется почти 2/3 фитомассы – от 4,73 до 8,5 т/га, или 59–64 % от ЧПП. Возвращение побочной продукции существенно снизило объемы отчуждаемого растительного вещества до 36–37 % (рисунок 2).

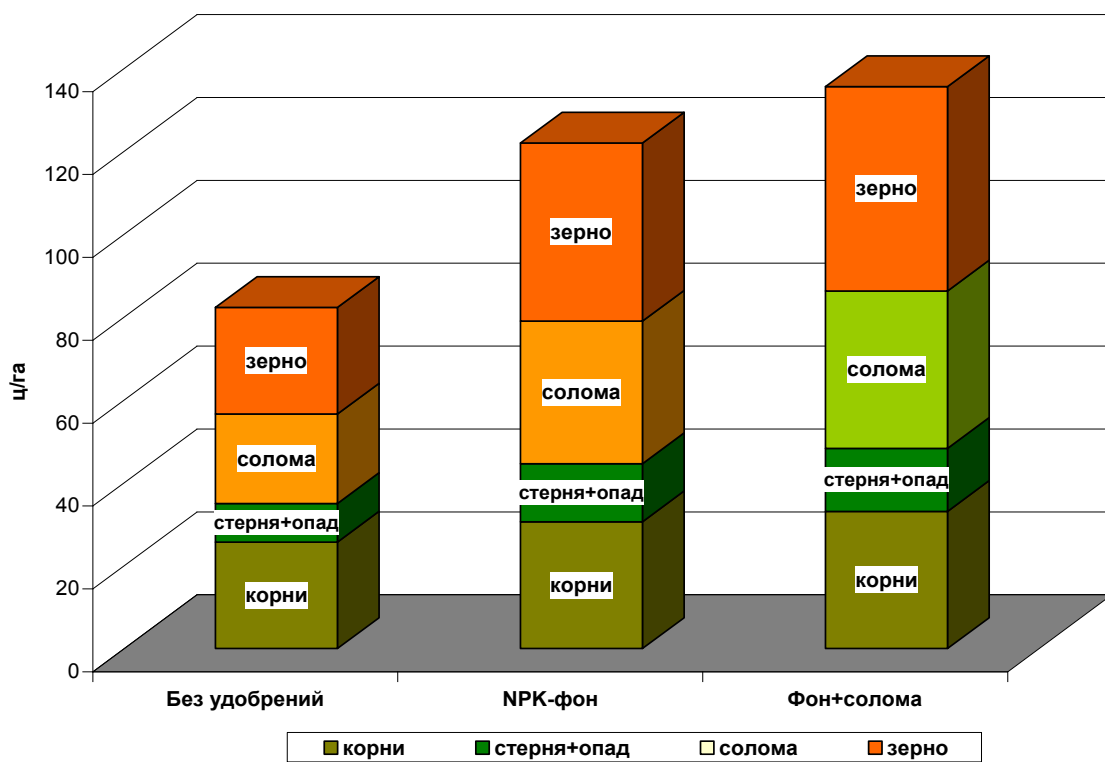


Рисунок 1 – Запасы и структура биомассы в агроценозе ячменя

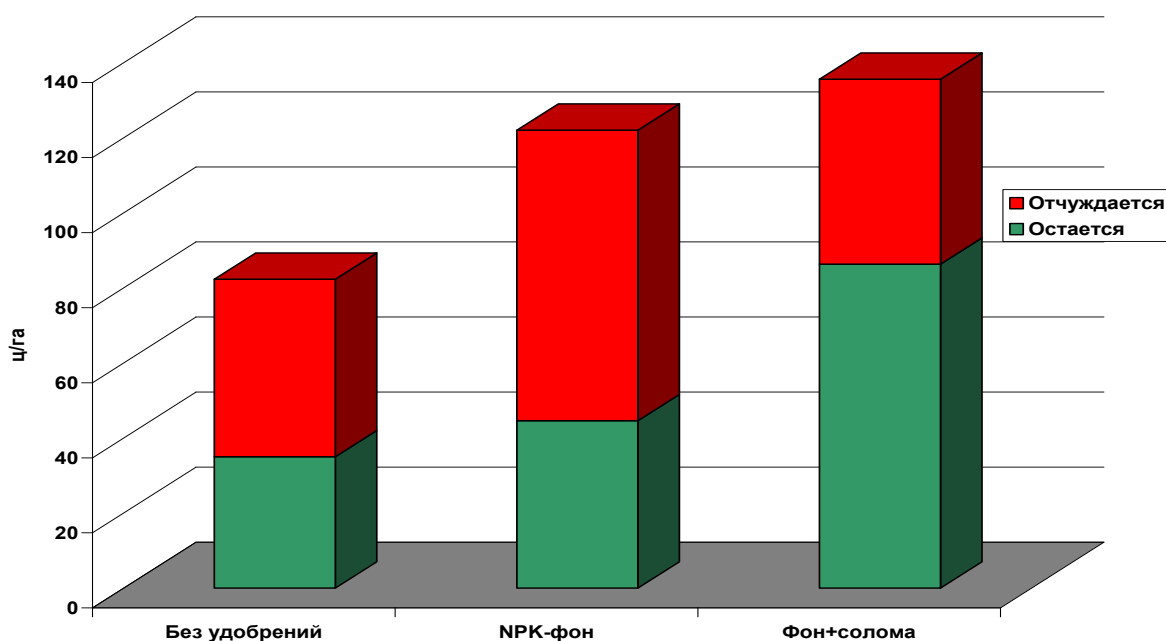


Рисунок 2 – Соотношение отчуждаемой и возвращаемой в биологический круговорот фитомассы в агроценозе ячменя

Урожайность картофеля в варианте без удобрений составила 167 ц/га, за счет минеральных удобрений (N₉₀P₉₀K₁₂₀) дополнительно получено 95 ц/га (57 %). Прибавка урожайности за счет длительного применения соломы была математически значимой и составила 48 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность картофеля

Вариант	Урожайность клубней, ц/га		Прибавка ц/га	Биомасса ботвы, ц/га	
	сырая	сухая		сырая	сухая
1. Без удобрений	167	35,1	-	52,3	9,9
2. NPK – фон	262	53,7	95	92,5	13,9
3. Фон + солома 33* т/га	310	68,2	143	105,1	15,8
НСР ₀₅ – 45 ц/га; *Доза соломы – суммарно за все годы.					

В общей биомассе картофеля на долю основной продукции приходилось 74–78 %, надземных растительных остатков (ботвы), которые были возвращены в почву, – 26–22 % (рисунок 3).

Таким образом, количество возвращаемых в БК растительных остатков зависит от вида культуры в севообороте, применяемых удобрений и методов управления послеуборочными остатками: в зерновом агроценозе с основной продукцией удаляется 32–36 %, картофеля – 74–78 %. Сохранение на поле всего объема послеуборочных остатков позволяет вернуть в БК после уборки ячменя 64–68 % растительной биомассы, картофеля – 22–26 %.

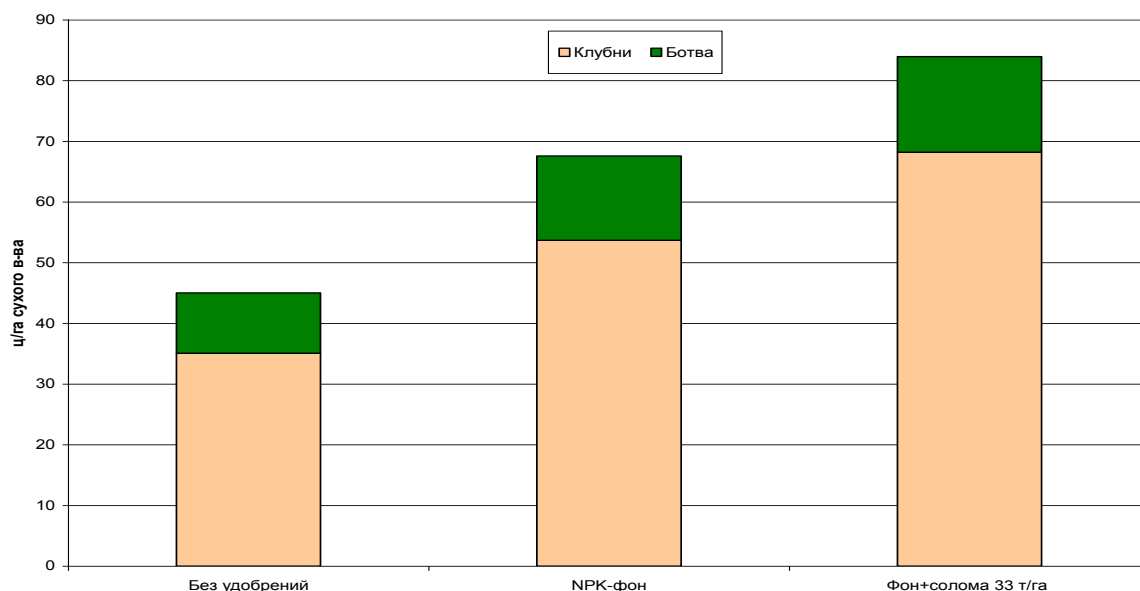


Рисунок 3 – Соотношение клубней и ботвы в урожае картофеля

К началу уборки в биомассе картофеля (клубни + ботва) было аккумулировано 68–133 кг/га азота, 24–44 фосфора, 76–164 калия, суммарно 168–341 кг/га NPK. Вынос элементов питания с основной продукцией картофеля максимальным был в варианте 3 за счет более высокой урожайности. При оставлении ботвы в почву после уборки картофеля может быть возвращено 24–41 кг/га азота, 6–9 фосфора и 25–57 калия, или 31–35, 20–25 и 33–39 % от общего выноса, соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Вынос элементов питания с основной и побочной продукцией картофеля

Вариант	Клубни			Ботва			Всего, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	44,2	17,6	51,2	23,7	5,9	25,1	67,9	23,5	76,3
	65	75	67	35	25	33			
2. NPK – фон	71,4	26,3	81,6	36,2	7,2	52,6	107,6	33,5	134,2
	66	79	61	34	22	39			
3. Фон + солома 33 т/га	91,4	35,2	107,1	41,3	8,7	57,1	132,7	43,9	164,2
	69	80	65	31	20	35			

Примечание. Над чертой - кг/га; под чертой - % от общего выноса

К началу уборки в биомассе ячменя (зерно, солома, стерня + опад, корни) было аккумуляровано 99,3–164,0 кг/га азота, 35,1–65,5 фосфора, 49,8–100,6 калия, суммарно 184–332 кг/га NPK. Вынос элементов питания с основной продукцией максимальным был в варианте 3 за счет более высокой урожайности ячменя. При уборке урожая и удалении с поля зерна и побочной продукции (варианты 1 и 2) из БК выводится 61–101 кг/га азота; 26–44 кг/га фосфора; 37–59 кг/га калия, или 62–73, 75–81, 73–74 % от общего накопления в биомассе, соответственно. В варианте 3, где отчуждалась только основная продукция – зерно, вынос элементов питания был меньше и составил 50–95, 22–41, 15–28 кг/га азота, фосфора и калия, соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Вынос элементов питания с основной и побочной продукцией ячменя

Вариант	Зерно			Солома			Стерня + опад			Корни			Всего, кг га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	1,94 49.9	0,85 21.8	0,59 15.2	0,53 11.4	0,21 4.5	0,99 21.4	0,67 6,2	0,18 1,7	0,68 6,3	1,34 31,8	0,30 7,1	0,29 6,9	99,3	35,1	49,8
2	1,90 81.7	0,81 34.8	0,58 24.9	0,57 19.6	0,28 9.6	0,99 34.1	0,82 11,5	0,19 2,7	0,75 10,5	0,84 25,7	0,25 7,7	0,35 10,7	138,5	54,8	80,2
3	1,93 95.1	0,83 40.9	0,57 28.1	0,61 23.2	0,29 11.0	1,23 46.7	0,77 11,7	0,22 3,3	0,78 11,9	0,88 34,0	0,31 10,3	0,42 13,9	164	65,5	100,6

Примечание. Над чертой – % на воздушно-сухое в-во; под чертой – кг/га.

Согласно полученным в опыте данным, в надземных и подземных КПО ячменя (стерня и корни) было аккумуляровано и возвращено в почву 38–46 кг/га азота, 9–14 кг/га фосфора, 13–26 кг/га калия (60–85 кг/га NPK, или 33–26 % от общего выноса биомассой). Запашка соломы обеспечила увеличение возврата питательных элементов: азота в 1,3–1,5, фосфора – 1,5–1,8, калия – в 2,6–2,8 раза по сравнению с ее удалением. Таким образом, наиболее заметное влияние способы управления побочной продукцией могут оказать на круговорот калия. С оставлением соломы в поле и последующей ее заделкой в почву в БК возвращается (вариант 3) 47–49 кг/га K₂O, что составляет 62–64 % от его общего накопления в основной и побочной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришина Л. А. Поток органического вещества и биогеохимические циклы азота, фосфора и калия в естественных и агроценозах лесной зоны / Л. А. Гришина // Почвоведение. – 1984. – № 12. – С. 81–86.
2. Кудеяров В. Н. Проблемы агрохимии и современное состояние химизации сельскохозяйственного производства в Российской Федерации / В. Н. Кудеяров, В. М. Семенов // Агрохимия. – 2014. – № 10. – С. 3–17.
3. Русакова И. В. Об оптимизации биологического состояния дерново-подзолистой почвы / И. В. Русакова // Плодородие. – 2006. – № 2 (29). – С. 29–30.
4. Серая Т. М. Высвобождение элементов питания при заделке соломы в дерново-подзолистые почвы в зависимости от ее видового состава и удобрения азотом / Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева, О. М. Бирюкова, Е. Г. Мезенцева // Агрохимия. – 2013. – № 3. – С. 52–59.
5. Чекмарев П. А. Состояние плодородия почв и мероприятия по его повышению в 2012 г. / П. А. Чекмарев // Агрохимический вестник. – 2012. – № 1. – С. 2–4.
6. Delgado J. A. Crop residue is a key for sustaining maximum food production and for conservation of our biosphere / J. A. Delgado // Journal of Soil and Water Conservation. – 2010. – 65 (5): 111A–116A. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://swcs.org>.
7. Lal R. The Role of Residues Management in Sustainable Agricultural Systems / R. Lal // Journal of Sustainable Agriculture. – 1995. – V. 5. – I. 4. – P. 51–78.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

Журавлева Анастасия Николаевна, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Россия, Удмуртия, г. Ижевск, shan-81@mail.ru

Рогозина Александра Александровна, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Россия, Удмуртия, г. Ижевск, alexa.rosisch@mail.ru

Игонина Анна Сергеевна, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Россия, Удмуртия, г. Ижевск, anya.ig55@gmail.com

В статье рассматривается технология переработки и утилизации пищевых отходов. Выделены основные этапы и оборудование для реализации технологии.

Ключевые слова: пищевые отходы, переработка, технология, оборудование.

RESEARCH OF TECHNOLOGY OF RECYCLING OF FOOD WASTE

Zhuravleva A. N., Rogozina A. A., Igonina A. S.

The article deals with the technology of processing and disposal of food waste. The main stages and equipment for the implementation of the technology are identified.

Keywords: food waste, processing, technology, equipment.

На фоне разработок, ведущихся в области обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) и другими видами отходов, в стороне остается вопрос о необходимости обратить внимание на такую небольшую группу отходов, как пищевые (ПО). В настоящее время наиболее разработаны технологии переработки и утилизации отходов животноводства и сельского хозяйства. На различных сельхозпредприятиях их образуется огромное количество, и игнорирование данной проблемы недопустимо, в связи с чем идет разработка и совершенствование различных технологий их утилизации. Наименее же проработана схема обращения с пищевыми отходами, образующихся в результате жизнедеятельности городского и сельского населения, а также предприятий общественного питания. Единственный реализующийся сейчас способ их утилизации – захоронение на полигонах. Хотя этот вариант наиболее доступен с финансовой точки зрения и не требует больших инвестиций, он все же представляет некоторую угрозу для окружающей среды и человека.

Специфика обращения с ПО заключается в том, что они имеют достаточно ограниченный срок хранения и должны быть вывезены с мест накопления в течение 8–10 час в теплое время года и в течение 30 час в холодное время года [3]. Опасность нахождения этих отходов на полигоне заключается и в том, что они находятся в утрамбованном состоянии, пересыпанные послойно глиной, и доступ кислорода к ним ограничен. Такие условия способствуют зарождению процесса анаэробного сбраживания, когда органические вещества начинают разлагаться без доступа кислорода. В результате образуются промежуточные продукты – углекислота и метан, которые могут оказывать воздействие на климат и способны оказывать влияние на парниковый эффект. Также скопление пищевых отходов на полигоне привлекает большое количество грызунов и птиц и способствует развитию возбудителей различных заболеваний.

Анализ химического состава ПО показал, что они на 56% состоят из воды. Остальная часть сухого вещества представлена белками, липидами и углеводами в различном соотношении [2]. Также присутствуют инородные включения в виде металла и пластмассы. Высокое содержание органического вещества предопределяет способ утилизации отходов. Их можно подвергать минерализации и разложению посредством того, что органические вещества могут быть использованы в качестве пищи для микроорганизмов, а побочные продукты: осадок и биогаз – использованы в сельском хозяйстве и энергетике. Так как пищевых отходов образуется менее 0,1 % от общего объема всех образующихся отходов в стране, считается нецелесообразной разработка специализированной технологии по их утилизации. Анализируя состав пищевых отходов, отходов сельского хозяйства и животноводства, можно отметить высокое содержание органического вещества, но при этом химический состав его различен, в результате чего совместная переработка всех категорий отходов, содержащих орга-

нические вещества, получается невозможной. Кроме того, объемы образования ПО, отходов сельского хозяйства и животноводства различны во времени и пространстве. Для совместной переработки различных видов органических отходов необходима модернизация технологий по переработке отходов сельского хозяйства и животноводства. Это представляет проблему, в связи с чем необходим поиск новых решений и технологий по переработке ПО. В нашей статье мы попытались предложить и рассмотреть вариант технологии, позволяющей перерабатывать пищевые отходы обособленно от других видов отходов.

С переходом на новую систему обращения с отходами будет введен отдельный сбор отходов. Планируется, что пищевые и биоразлагаемые отходы будут собираться отдельно. По факту их образуется немного, и осуществлять сбор от населения согласно требованиям нормативных актов, указанных выше, – затратно и невыгодно. На первом этапе для того, чтобы уменьшить объем отходов, необходимо их измельчить в месте образования при помощи дробилки или измельчителя пищевых отходов [1]. К тому же измельчение будет способствовать более быстрому замораживанию, которое будет являться вторым этапом предлагаемой технологии. Таким образом, предприятия, образовательные учреждения и другие организации будут накапливать ПО в измельченном и замороженном виде, что позволит продлить их срок хранения, а также увеличить объемы накопления и интервалы транспортирования.

Из пищевых отходов предварительно методом сортировки должны быть извлечены инородные включения, такие как металл и пластмасса. Извлечение данных примесей позволит исключить загрязнение ими конечных продуктов. Далее ПО транспортируются на предприятие, где будет происходить их сбраживание с использованием мезофильных метантенков. Для его работы необходима оптимальная температура (32–35 °С), присутствие микроорганизмов и влажность. В результате этого процесса образуется биогаз и влажный осадок. Образовавшийся газ на 70 % состоит из метана, который может быть впоследствии использован для поддержания работы самой установки: подогрева воды, перемешивания содержимого [2]. Образующийся остаток должен быть отправлен для сушки на специализированные площадки и может быть использован в качестве субстрата в сельском хозяйстве и зеленом строительстве.

Казалось бы, пищевые отходы могут быть легко переработаны в естественных условиях. Но в наше время окружающая среда сильно изменена и состав отходов также изменен и модифицирован. В связи с этим предлагаемая технология будет актуальной.

Таким образом, такой способ утилизации отходов, как захоронение на полигоне, должен уходить в прошлое. Требование наступающего времени таково: все то, что мы считаем бесполезным сейчас, – в будущем может быть переработано и использовано повторно. Если мы отдаем что-либо на полигон, то вернуть это уже становится невозможным. Многократное же использование сырья позволяет уменьшить объемы потребления данного ресурса из природной среды. В результате происходит уменьшение антропогенной нагрузки на экосистемы и это способствует их восстановлению.

При разработке новых технологий охраны окружающей среды преследование экономической выгоды не должно становиться основной и главной целью. Сейчас необходимо думать не только о том, какую выгоду нам принесет та или иная установка по переработке отходов, а вкладывать силы и средства для создания базовых технологий по переработке отходов разного вида, типа и класса, которые впоследствии окупятся и будут оправданы. Охрана окружающей среды должна приносить выгоду, но необходимо помнить, что мы делаем это не только для себя здесь и сейчас. Сегодняшние инвестиции в охрану окружающей среды позволят не допустить ухудшения экологической обстановки в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин Е. А. Измельчитель пищевых отходов [Текст] / Е. А. Воронин // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 9. – С. 53–56.
2. Панов С. Ю. Разработка научных основ технологии утилизации пищевых отходов методом анаэробного сбраживания [Текст] / С. Ю. Чернов, А. А. Чернецкая, А. А. Жучков, А. Н. Рязанов // Вестник ВГУИТ. – 2013. – № 4. – С. 200–204.
3. Правила обращения с пищевыми отходами [Текст] : Постановление администрации г. Н. Новгорода от 03.02.2012 г. – № 397.

ПОЛУЧЕНИЕ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ПОЛИЭТИЛЕНА

Нго Хонг Нгиа, аспирант кафедры технологии синтетического каучука, институт полимеров, Казанский национальный исследовательский технологический университет, *Россия, Татарстан*, г. Казань, ngohongnghia@gmail.com

Ле Куанг Зиен, доцент, заведующий кафедрой технологии целлюлозы и бумаги, Школа химической инженерии. Ханойский университет наук и технологий. *Вьетнам*, г. Ханой, ул. Дай Ко Вьет, 1. dien.lequang@hust.edu.vn

Нгуен Зуи Хынг, аспирант кафедры технологии синтетического каучука, институт полимеров, Казанский национальный исследовательский технологический университет, *Россия, Татарстан*, г. Казань, ndhungdt@gmail.com

Зенитова Любовь Андреевна, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии синтетического каучука, институт полимеров, Казанский национальный исследовательский технологический университет, *Россия, Татарстан*, г. Казань, liubov_zenitova@mail.ru

Аморфный наноразмерный диоксид кремния получают из рисовой шелухи методом щелочной варки с последующим осаждением кислотой. Полученный диоксид кремния был использован в качестве наполнителя для изготовления композиционного материала на основе полиэтилена. Результаты анализа прочности и относительного удлинения показали, что новый материал обладает повышенной прочностью по сравнению с исходным материалом.

Ключевые слова: диоксид кремния, рисовая шелуха, наполнитель, полиэтилен прочность.

RECOVERY RESEARCH SILICA FROM RICE PAIR AND APPLICATION FOR CREATING SYNTHETIC MATERIALS ON POLYETHYLEN BACKGROUND

**Ngo Hong Nghia, Le Quang Dien,
Nguyen Duy Hung, Zenitova Liubov Andreevna**

Silicon dioxide (silica) nanometer amorphous structure has been extracted from rice husk by acid precipitation method. The obtained silica has been used as a filler for making synthetic materials on polyethylene substrates. The results of relative strength and elongation analysis have shown that the new material has better properties than the original material.

Keywords: silicon dioxide, synthetic materials, rice husk, strength, elongation.

Введение. Рисовая шелуха, которая составляет 20 % от массы зерна, является источником отходов производства риса [1]. В настоящее время чаще всего она используется в качестве источника топлива [2] или просто выбрасывается. При этом количество ежегодно неиспользуемой рисовой шелухи составляет около 840 000 т в мире [3]. В составе рисовой шелухи содержится около 15 % масс. кремния [4]. Обычно выделение кремния в виде диоксида из рисовой шелухи или рисовой соломы происходит путем высокотемпературного пиролиза (озоления), после которого кремний извлекается путем щелочного растворения, а затем осаждается с помощью кислоты [5]. Этот метод требует больших энергозатрат и сопровождается образованием отходящих газов, вызывающих загрязнение окружающей среды [6]. В данной работе используется более экономичный и экологичный способ получения диоксида кремния, позволяющий получать наноразмерный диоксид кремния.

Диоксид кремния является распространенным наполнителем при получении полимерных композиционных материалов (ПКМ). Его вводят для усиления и улучшения механических свойств, а также огнестойкости материала [7, 8]. В этой связи исследовались полимерные композиции на основе полиэтилена, наполненные диоксидом кремния растительного происхождения.

Экспериментальная часть. Для выделения диоксида кремния рисовую шелуху обрабатывали 30% раствором натриевой щелочи в соотношении 1:10 при температуре 100 °С в течение 2,5 ч. Щелочной раствор диоксида кремния осаждали серной кислотой. Затем диок-

сид кремния сушили при 80 °С в течение 3 часов. Наноразмерный диоксид кремния охарактеризовали с помощью сканирующей электронной микроскопии с использованием микроскопа FESEMJEOLJSM-7600F, рентгеновской дифрактометрии XRD и ИК-спектрометрии.

Для изготовления композиционных материалов с диоксидом кремния использовался полиэтилен ПЭНД 273-83 производства ПАО «Казаньоргсинтез» ГОСТ 16338-85 в количестве до 10 %. Смешение компонентов проводилось в двухшнековом экструдере Model Micro-lab при температуре 170 °С и скорости смешения 30–35 об./мин в течение 3 мин. Далее образцы прессовали при температуре 180 °С в течение 3 минут на гидравлическом прессе U7014-H10C. Для определения прочности и относительного удлинения двухсторонние лопатки типа 1 с размером рабочей части 33×6×1 мм испытывались на разрывной машине АИ-7000С со скоростью растяжения 50 мм/мин согласно ГОСТ 11262-80.

Результаты и их обсуждение. В результате выход диоксида кремния, полученного по вышеописанной методике, составляет 11 %.

Рентгеновская дифрактограмма полученного диоксида кремния (рисунок 1) показывает, что он имеет аморфную структуру с дифракционным пиком со спектральной шириной угла 2θ.

Дисперсионный анализ спектра полученного диоксида кремния показывает, что продукт в основном состоит из кремния (49,8 %) и кислорода (47,4 %), кроме того, в малом количестве присутствуют некоторые другие примеси.

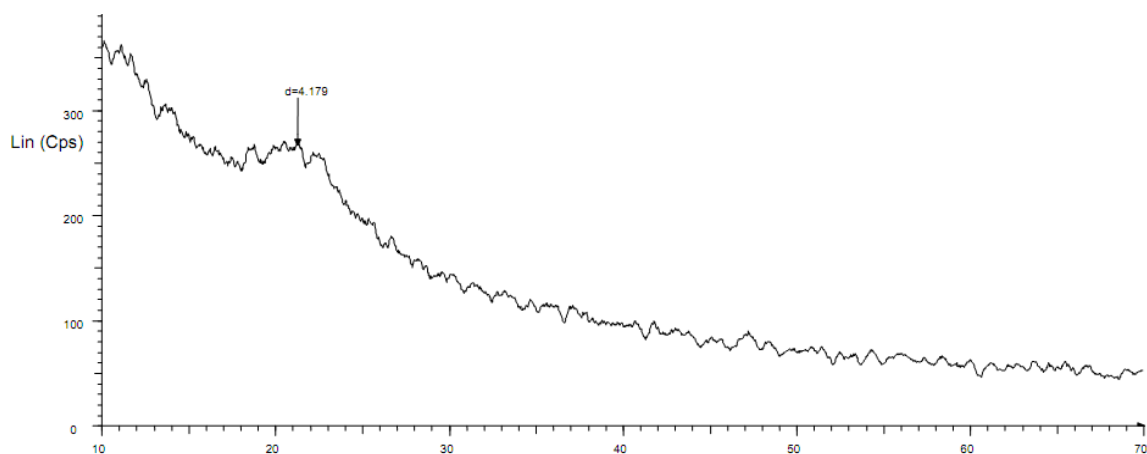


Рисунок 1 –Рентгеновская дифрактограмма диоксида кремния

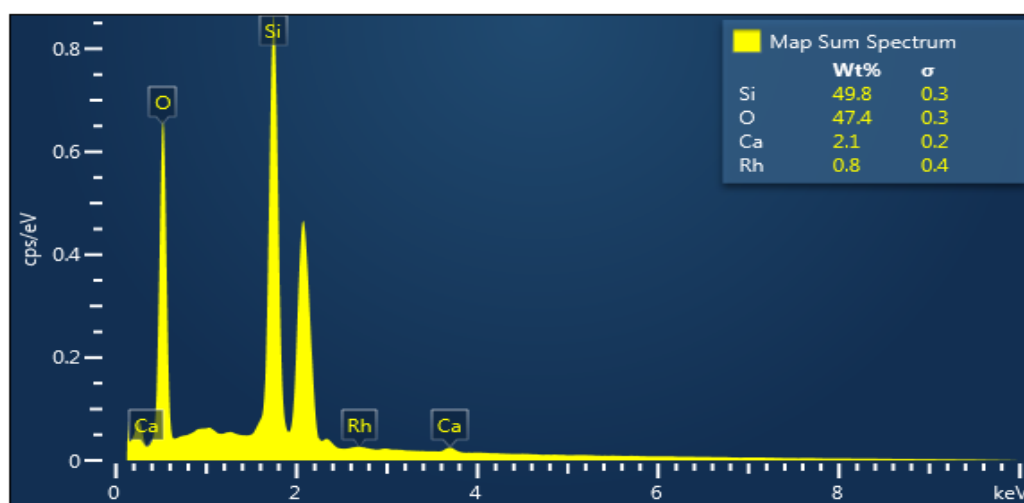


Рисунок 2 – Спектрограмма диоксида кремния

SEM-изображение образца полученного диоксида кремния (рисунок 3) показывает, что размер его частиц меньше 100 нм, при этом частицы имеют тенденцию к агломерации.

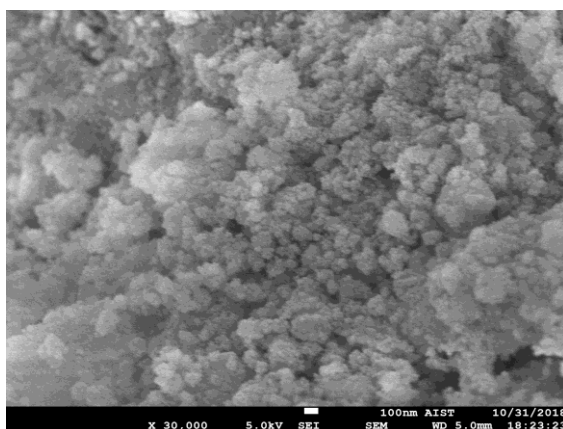


Рисунок 3 – SEM-изображение частиц диоксида кремния

С использованием полученного диоксида кремния были изготовлены полимерные композиционные материалы на основе полиэтилена марки ПЭНД 273-83 с наполнением до 10 % масс. Результаты показывают, что прочность композиционного материала повышается с ростом количества введенного наполнителя и при содержании диоксида кремния 5 % масс. И выше ненаполненного аналога на 13,6 % (рисунок 4). При содержании наполнителя выше 5 % масс. прочность материала имеет тенденцию к снижению вследствие нарушения упорядоченности структуры полимерной матрицы. Показатель относительного удлинения остается практически на одном уровне.

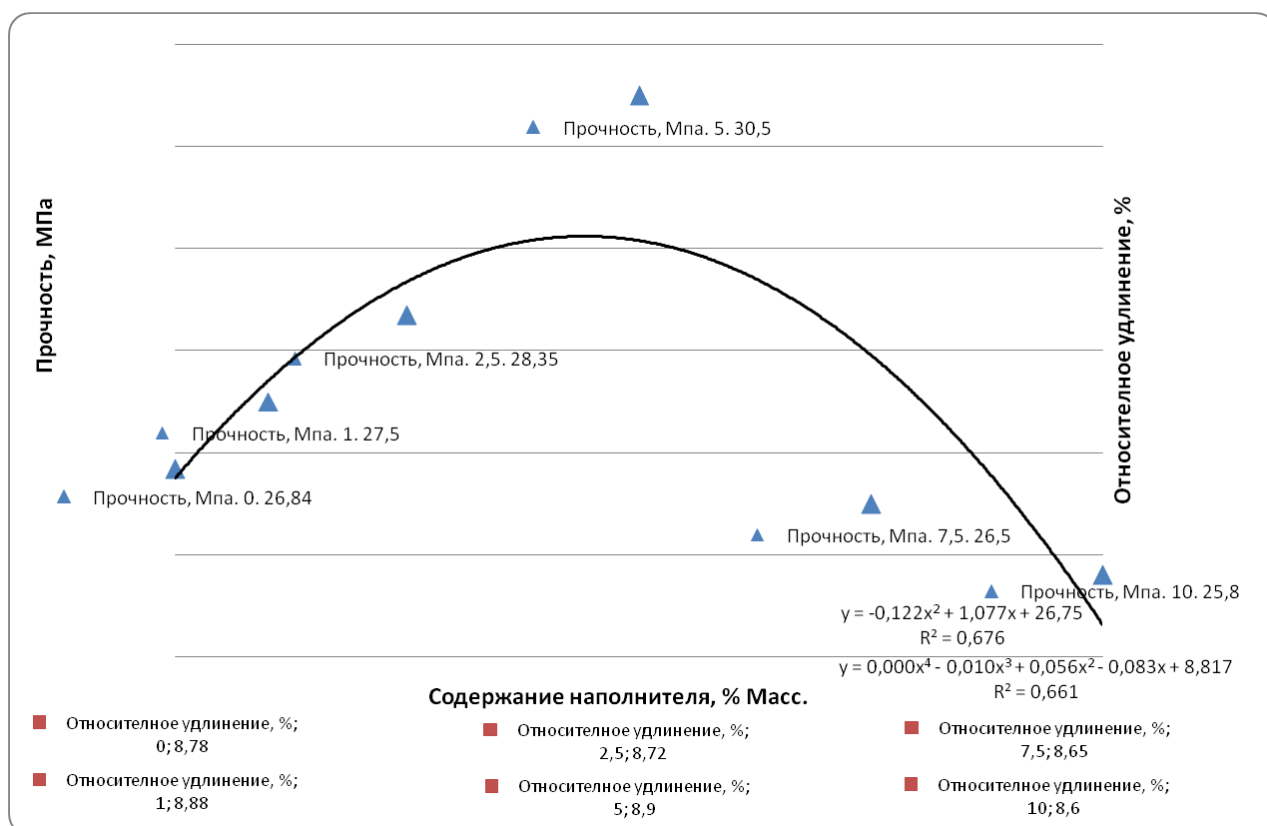


Рисунок 4 – Прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве ПКМ, наполненных SiO₂ растительного происхождения

Выводы. Получен аморфный диоксид кремния из рисовой шелухи методом осаждения после процесса щелочной варки с последующим осаждением кислотой, выход составил 11 %.

Полимерная композиция материала на основе полиэтилена и диоксида кремния растительного происхождения с содержанием наполнителя 5 % масс. обладает прочностью на 13,6 % выше, чем у ненаполненного аналога.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lim S. L. Clarke Biotransformation of rice husk into organic fertilizer through vermicomposting // *Ecological Engineering* / S. L. Lim, T. Y. Wu, E. Y. S. Sim, P. N. Lim and C. – Vol. 41. – PP. 60–64. – 2012.
2. Habib Ahmed Shafique Ullah, Bodius Salam, M Nurul Islam and M Shahidul Islam. Alternative fuel from pyrolysis of rice husk // *Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering and Renewable Energy*. – 2014.
3. K. M. Isa, S. Daud, N. Hamidin, K. Ismail, S. A. Saad, and F. H. Kasim. Thermogravimetric analysis and the optimisation of bio-oil yield from fixed-bed pyrolysis of rice husk using response surface methodology (RSM), // *Industrial Crops and Products*. – Vol. 33. – № 2. – P. 481–487. – 2011.
4. Patil N. B., Sharanagouda H., Rice husk and Its Applications // *Review, International journal of current microbiology and applied sciences*, ISSN: 2319 – 7706. – Vol. 6. – № 10. – 2017. – P. 1144–1156.
5. Nian Liu, Kaifu Huo, Matthew T. Mc Dowell, Jie Zhao & Yi Cui. Rice husks as a sustainable source of nanostructured silicon for high performance Li-ion battery anodes // *Scientific reports* | 3 : 1919 | DOI: 10.1038/srep01919. 2013.
6. Thipwimon Chungsangunsit, Shabbir H. Gheewala, Suthum Patumsawad. Emission Assessment of Rice Husk Combustion for Power Production // *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*. – Vol. 3. – No 5. – 2009.
7. Ying-Ling Liu, Chih-Yuan Hsua, Wen-Lung Wei, Ru-Jong Jeng. Preparation and thermal properties of epoxy-silica nanocomposites from nanoscale colloidal silica // *Polymer* 44. – 2003. – P. 5159–5167.
8. Zhanhu Guo, Ta Y. Kim, Kenny Lei, Tony Pereira, Jonathan G. Sugar, H. Thomas Hahn. Strengthening and thermal stabilization of polyurethane nanocomposites with silicon carbide nanoparticles by a surface-initiated-polymerization approach // *Composites Science and Technology*. – Vol. 68. – Issue 1. – 2008. – P. 164–170.

УДК 66.094.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ

Нгуен Зуи Хынг, аспирант кафедры технологии синтетического каучука, институт полимеров, Казанский национальный исследовательский технологический университет, *Россия, Татарстан*, г. Казань, ndhungdt@gmail.com

Ле Куанг Зиен, доцент, заведующий кафедрой технологии целлюлозы и бумаги, Школа химической инженерии. Ханойский университет наук и технологий. *Вьетнам*, г. Ханой, ул. Дай Ко Вьет, 1. dien.lequang@hust.edu.vn

Зенитова Любовь Андреевна, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии синтетического каучука, институт полимеров, Казанский национальный исследовательский технологический университет, *Россия, Татарстан*, г. Казань, liubov_zenitova@mail.ru

Нго Хонг Нгиа, аспирант кафедры технологии синтетического каучука, институт полимеров, Казанский национальный исследовательский технологический университет, *Россия, Татарстан*, г. Казань, ngohongnghia@gmail.com

Диоксид кремния получали из рисовой шелухи. Проанализирован состав рисовой шелухи. Выявлено, что она, кроме основного ингредиента – целлюлозы и лигнина, содержит значительное количество оксидов металлов, в составе которых наибольшее количество составляет диоксид кремния (9,745 масс.%). Рисовую шелуху сжигали при температуре 550 °С в течение 4 ч. После сжигания зола содержит в своем составе 87,5% масс. Органических веществ и 12,5% масс оксидов металлов,

основной компонент которых диоксид кремния (84,9 %). Далее золу обрабатывали раствором NaOH с последующей обработкой 2N H₂SO₄. Исследовалось влияние времени обработки и концентрации щелочи. Выявлено, что оптимальное время обработки щелочью 4 ч, а ее концентрация 0,5 N. Диоксид кремния получали из рисовой шелухи методом осаждения. Сначала рисовую шелуху обжигали при температуре в течение 4 ч, получая золу рисовой шелухи. Затем исследовали характеристики SiO₂ путем изменения концентрации NaOH и времени нагревания при фиксировании концентрации 2N H₂SO₄ во время осаждения. В результате оптимальная эффективность сбора SiO₂ составляет 5 ч. Концентрация NaOH и время нагрева 4 ч. После рентгеноструктурного анализа мы обнаружили, что полученный SiO₂ имеет пористую структуру, хорошее влагопоглощение, поэтому может применяться для синтеза полимерных материалов.

Ключевые слова: рисовая шелуха, диоксид кремния, время обработки и концентрация NaOH.

RESEARCH INFLUENCE NAOH CONCENTRATION AND EXTRACTION TIME ON YIELD OF SILICON DIOXIDE FROM VIETNAMESE RICE HUSK

Silicon dioxide was obtained from rice husk. Analyzed the composition of rice husk. It was revealed that in addition to the main ingredient, cellulose and lignin, it contains a significant amount of metal oxides, in which the largest amount is silicon dioxide, 9,745% by weight. Rice husk was burned at a temperature of 550°C for 4 hours. After burning, the ash contains in its composition 87,5% of the mass. organic substances and 12,5% of the mass of metal oxides, the main component of which is silicon dioxide (84,9%). Next, the ash was treated with a solution of NaOH, followed by treatment with 2N H₂SO₄. The effect of treatment time and alkali concentration was investigated. It was revealed that the optimal treatment time with alkali is 4 hours, and its concentration is 0,5N. Silicon dioxide was obtained from rice husk by the method of precipitation. First, the rice husks were burned at a temperature for 4 hours, getting the ashes of rice husks. Then examine the characteristics of the collection of SiO₂ by changing the concentration of NaOH and the heating time while fixing the concentration of 2N H₂SO₄ during deposition. As a result, the optimal collection efficiency of SiO₂ is 5 hours. The concentration of NaOH and the heating time is 4 hours. After X-ray analysis, we found that the resulting SiO₂ has a porous structure, good moisture absorption, so there will be many applications for the synthesis of polymeric materials.

Keywords: Silic dioxit, rice husk, treatment time and NaOH concentration.

Введение. Традиционный бизнес Вьетнама – выращивание риса. Объем экспорта вьетнамского риса занимает 2-е место в мире. В то же время огромное количество шелухи риса и соломы, выбрасываемой в окружающую среду, что обуславливает необходимость разработки разумного и эффективного подхода к их использованию, избегая загрязнения окружающей среды. В настоящее время промышленность нуждается в большом количестве цементных добавок, наполнителей для резин, основой которых является диоксид кремния Для этой цели может служить SiO₂, извлекаемый из золы рисовой шелухи, который наряду со свойствами синтетического оксида кремния повышает эластичность и долговечность композиций с их использованием [1].

Кроме того, диоксид кремния, синтезированный из золы рисовой шелухи, может применяться и в других областях, таких как изготовление промышленного оборудования для водных сред, производство стекла и полупроводников. Диоксид кремния, извлеченный из золы рисовой шелухи, отличается высоким качеством и низкой стоимостью [2].

Исходя из вышеприведенного, настоящее исследование касается изучения процесса получения диоксида кремния из рисовой шелухи, а именно – влияния концентрации NaOH и времени выделения SiO₂ из золы рисовой шелухи [3], с целью определения оптимальных условий получения экономичного и эффективного диоксида кремния [4].

Методика эксперимента. Диоксид кремния получали по схеме, приведенной на рисунке 1. Рисовая шелуха после очистки и сушки сжигалась при температуре 550 °С и далее при 100 °С обрабатывалась NaOH концентрацией от 0,5 до 6 N. Полученная жидкость пропусклась через бумажный фильтр. Фильтрат смешивали с активированным углем. Далее активированный уголь отфильтровывали на бумажном фильтре. Полученный фильтрат обрабатывали 2 N серной кислотой, в результате чего получался гель. Гель очищался

дистиллированной водой с получением $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, а затем сушился при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ и сжигался при $550\text{ }^\circ\text{C}$. В результате получался диоксид кремния [5].

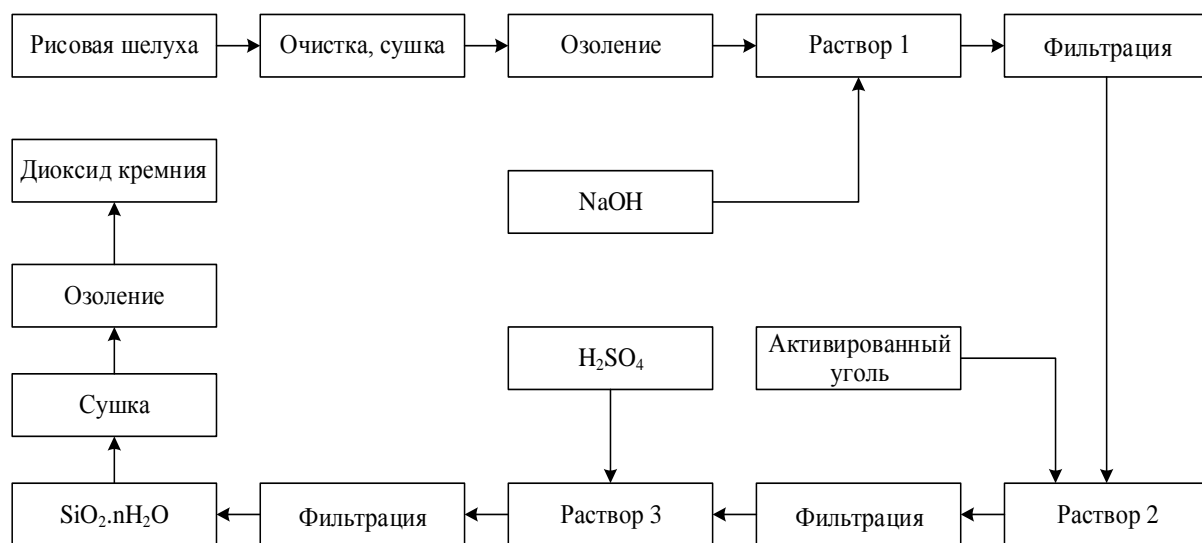


Рисунок 1 – Принципиальная схема выделения диоксида кремния

Результаты и их обсуждение. Рисовая шелуха, кроме основного ингредиента – целлюлозы и лигнина, содержит значительное количество оксидов металлов (таблица 1).

Таблица 1– Состав оксидов в рисовой шелухи % масс.

SiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO_2	Na_2O	K_2O
9,745	0,021	0,002	0,004	0,006	0,022	0,029

После сжигания зола содержит в своем составе 87,5 масс%. органических веществ и 12,5 масс% оксидов металлов, основной компонент которых диоксид кремния (84,9 %) (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав золы рисовой шелухи

Органические вещества	Оксиды, масс. %			
	12,5			
	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	другие
87,5	84,9	2,2	1,8	11,1

Влияние концентрации NaOH от 0,5 до 6 N на процесс получения диоксида кремния исследовалось при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 4 ч. С ростом концентрации NaOH эффективность процесса получения диоксида кремния растет (с 51,98 до 79,27 %), далее при увеличении концентрации от 5 до 6N эффективность достигает максимума и существенно не изменяется. Таким образом обработка 5 N NaOH оптимальна для получения диоксида кремния из рисовой шелухи (рисунок 2).

Изучение влияния времени обработки от 2 до 5 ч производили при $100\text{ }^\circ\text{C}$ 5 N NaOH . С увеличением времени от 2 до 4 ч эффективность извлечения диоксида кремния значительно возрастает (с 61,95 % до 78,9 %). Далее после 4 часов выход диоксида кремния практически неизменен. Таким образом, оптимальное время извлечения SiO_2 из золы рисовой шелухи составляет 4 ч (рисунок 3).

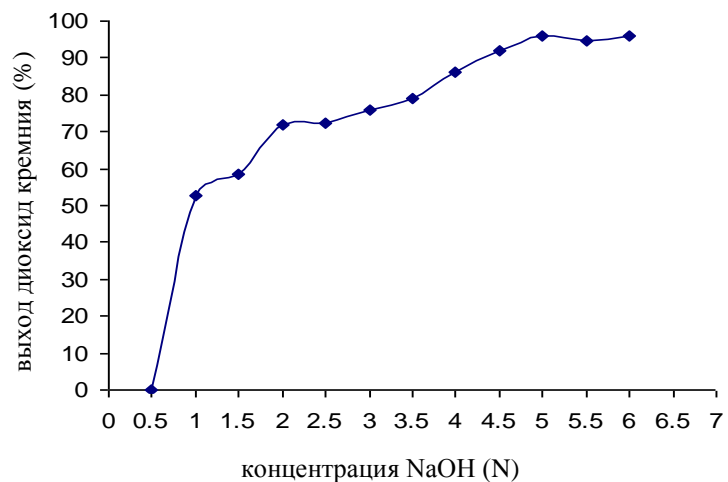


Рисунок 2 – Влияние концентрации NaOH на выход диоксида кремния

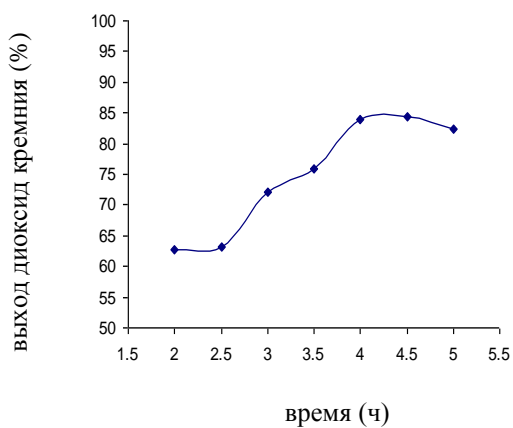
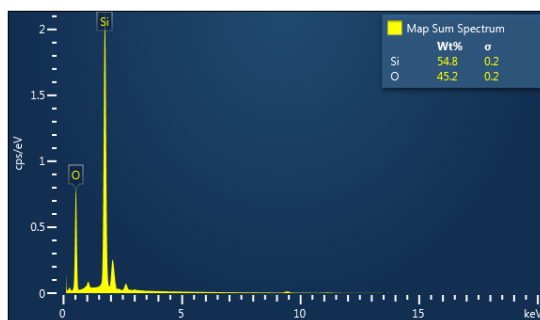
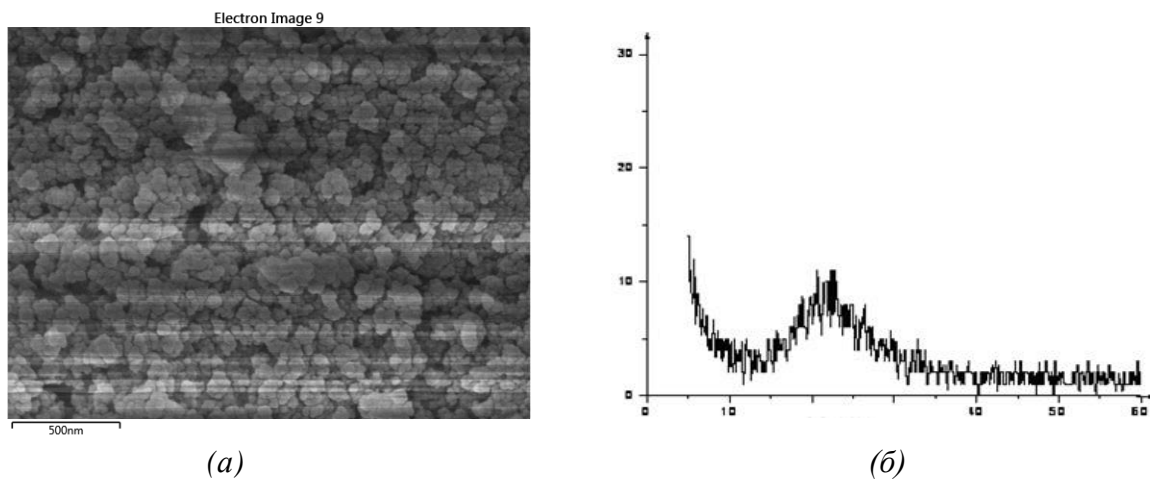


Рисунок 3 – Влияние времени на выход диоксида кремния



(в)

Рисунок 4 – Анализ структуры полученного диоксида кремния: SEM (а); XRD (б); EDS (в)

Выводы

1. Разработан эффективный и недорогой метод извлечения SiO₂ из золы рисовой шелухи.
2. Оптимальными условиями процесса является применение 5 N NaOH при времени обработки 4 часа.
3. Анализ структуры полученного диоксида кремния указывает на его аморфное состояние с частицами размером до 100 нм и содержанием Si 54,8 % и кислорода 45,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нгуен Ван Бинь Исследование по выделению диоксида кремния из рисовой шелухи и его применению в качестве адсорбента для некоторых органических соединений : Науч. дис. Специализация по органической химии / Нгуен В. Б. – Университет Дананг – Вьетнам : 2011.
2. Хоанг Нхам Неорганическая химия. Том 2, Издательский дом в сфере образования, 2005.
3. Rolf Jentoft Thermal analysis methods // Modern Methods in Heterogeneous Catalysis Research. – 2006.
4. Celil and Saim Ates, Mass blance of silica in straw from the perspective of silica reduction in straw pulp. // Bioresources 7(3), 3274–3282. – 2012
5. Земнухова Л. А. Свойства кремния, полученного из растительного сырья // Неорганические материалы / Л. А. Земнухова, А. Е. Панасенко, Г. А. Федорищева, А. М. Зиатдинов, Н. В. Полякова, В. Г. Курявый. – 2012. – Т. 48. – № 10. – С. 1097–1102.

УДК: 574.2

ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЕ КОМПОСТНЫХ ЧЕРВЕЙ ГИБРИДА СТАРАТЕЛЬ В СУБСТРАТАХ ИЗ ОСТАТКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ПИВНОЙ ДРОБИНЫ

Моисеев Алексей Александрович, Сургутский государственный университет, Институт естественных и технических наук, **Россия**, г. Сургут, *botany_surgu@mail.ru*

Наконечный Николай Владимирович, кандидат биологических наук, Сургутский государственный университет, Институт естественных и технических наук, **Россия**, г. Сургут, *uyd@list.ru*

Представлены результаты опытов вермикультивирования из остатков сточных вод горводоканала и пивной дробины пивоваренного завода. Установлены оптимальные субстраты для выживания, прироста и размножения дождевых червей *Eisenia foetida* (гибрид Старатель) в различных пробах субстрата с органическими отходами.

Ключевые слова: пивная дробина, остатки сточных вод, *Eisenia foetida*.

VERMICULTIVATION OF COMPOUND HARRID HYBRID “STARATEL” IN SUBSTRATES OF WASTEWATER RESIDUES AND BEER CRUSHERS

Moeseev A. A. , Nakonechnyy N. V.

The results of experiments of vermicultivation from the waste water of the city water canal and the brewer's brewer's grains are presented. The optimal substrates for the survival, growth and reproduction of earthworms *Eisenia foetida* hybrid "Staratel" in various samples of the substrate with organic waste have been established.

Keywords: beer pellet, wastewater residues, *Eisenia foetida*.

Сегодня все чаще обсуждается проблема роста отходов. Сложившаяся ситуация в обращении с отходами оказывает негативное влияние на состояние окружающей среды и здоровье людей. В настоящее время существует четыре основных метода обезвреживания бытовых отходов: захоронение, сжигание, компостирование, вторичная переработка. Наиболее выгодным для производства, безопасным для здоровья человека, природы и окружающей

среды является метод вторичной переработки бытовых и промышленных отходов. Но этот метод требует высокой экологической культуры, современных технологий, материальных затрат, организации раздельного сбора отходов. Наш город только начинает учиться правильно использованию отходов и, как одному из практических методов, переработке органических отходов с помощью дождевых червей [5]. Проблема переработки органических отходов является одной из актуальных тем в экологии города. Рациональное расходование ресурсов позволяет сокращать экологическую нагрузку на окружающую среду. Организации города, которые проводят мероприятия по утилизации органических отходов, используя технологии вторичной переработки, получают положительный эффект, сохраняя ресурсы природы и даже возобновляют их [3, 4].

Использование дождевых червей для производства органических удобрений в настоящее время приобретает широкую известность. Вермикомпостирование позволяет использовать различные безопасные отходы в качестве удобрения, которые будут оказывать положительное влияние на рост, укоренение и стрессоустойчивость растений, а также улучшать свойства почв. В странах с умеренным климатом широко используется навозный, или компостный, червь *Eisenia fetida* и его подвиды *E. f. fetida*; *E. f. Andrei*; обыкновенный дождевой червь *Lumbricus terrestris*, малый красный червь *L. rubellus* и дендробена венецианская *Dendrobaena veneta*. Из многих видов дождевых червей наиболее продуктивным и подходящим для технологий переработки органических отходов оказался компостный червь *Eisenia fetida* [1, 2, 4].

Цель работы – выявить выживание дождевых червей *Eisenia foetida* гибрида Старатель в различных по составу и наполнению твёрдыми бытовыми отходами пробах грунта, содержащих токсические вещества, установить, в каком субстрате будет наблюдаться выживание и размножение дождевых червей; на каком этапе будет отмечено наибольшее число дождевых червей.

В ходе эксперимента были использованы субстраты: истощённый тепличный грунт (далее песок) с общим содержанием гумуса 2,7 %, жидкие остатки сточных вод горводоканала (ОСВ), пивная дробина с пивоваренного завода (дробина), опилки хвойных и мелколиственных пород, добавляли также микробиологический препарат «Тамир». В них помещали по 10 особей *Eisenia foetida* гибрида Старатель (всего было задействовано 480 неполовозрелых особей). Опыт был разделён на 3 этапа: 1 этап – 30, 2 этап – 90, 3 этап – 150 дн. Для каждого варианта смешанного субстрата было по три повторности, их соотношения представлены в таблице.

Расчет объема мела для сформированного грунта с низкой кислотностью до закладывания червей определяли по формуле $D=0,05*Hr*h*d$; где D – норма извести, Hr – гидролитическая кислота на 100 гр., h – глубина пахотного слоя см³, d – объемная масса почвы.

Таблица – Варианты субстратов и их соотношение

№ проб	Субстрат (г, мл) с дождевыми червями по 10 молодых особей	№ проб	Субстрат (г, мл) с дождевыми червями по 10 молодых особей
А 2	Песок 500 : ОСВ 120	В 2	Песок 500 : ОСВ 120 : Тамир 100
А 3	Дробина 300 : ОСВ 120	В 3	Дробина 300 : ОСВ 120 : Тамир 100
А 4	Опилки 100 : ОСВ 120	В 4	Опилки 100 : ОСВ 120 : Тамир 100
А 5	Песок 200 : Опилки 50 : Дробина 100 : ОСВ 120	В 5	Песок 200 : Опилки 50 р: Дробина 100 : ОСВ 120 : Тамир 100
Б 2	Песок 500 : ОСВ 120	Г 2	Песок 500 : ОСВ 120 : Тамир 100
Б 3	Дробина 300 : ОСВ 120	Г 3	Дробина 300 : ОСВ 120 : Тамир 100
Б 4	Опилки 100 : ОСВ 120	Г 4	Опилки 100 : ОСВ 120 : Тамир 100
Б 5	Песок 200 : Опилки 50 : Дробина 100 : ОСВ 120	Г 5	Песок 200 : Опилки 50 : Дробина 100 : ОСВ 120 : Тамир 100

После взвешивания и закладывания червей в емкости пробы А3, Б3, В3 и Г3 были исключены из дальнейшего анализа, так как произошла гибель червей в период от 15 мин

(в пробах А3 и Б3) до одной недели (в пробах В3 и Г3). Показатель рН колебался от 7,4 до 8,1 единиц. Мы полагаем, что быстрая гибель червей произошла из-за выделения трупного яда – кадаверина, а причина наступления гибели только через неделю связана с добавкой препарата «Гамир».

По итогам первого месяца показатели рН в пробах стали расти и достигали 8 единиц и более (рисунок 1). После окончания второго этапа показатели были на 1 или 1,5 единицы выше первоначальных данных, за исключением пробы В2.2. В конце третьего этапа во всех пробах показатель рН не выше 7,5 единиц, а в образцах А2.3 и Б2.3 достиг первоначального значения.

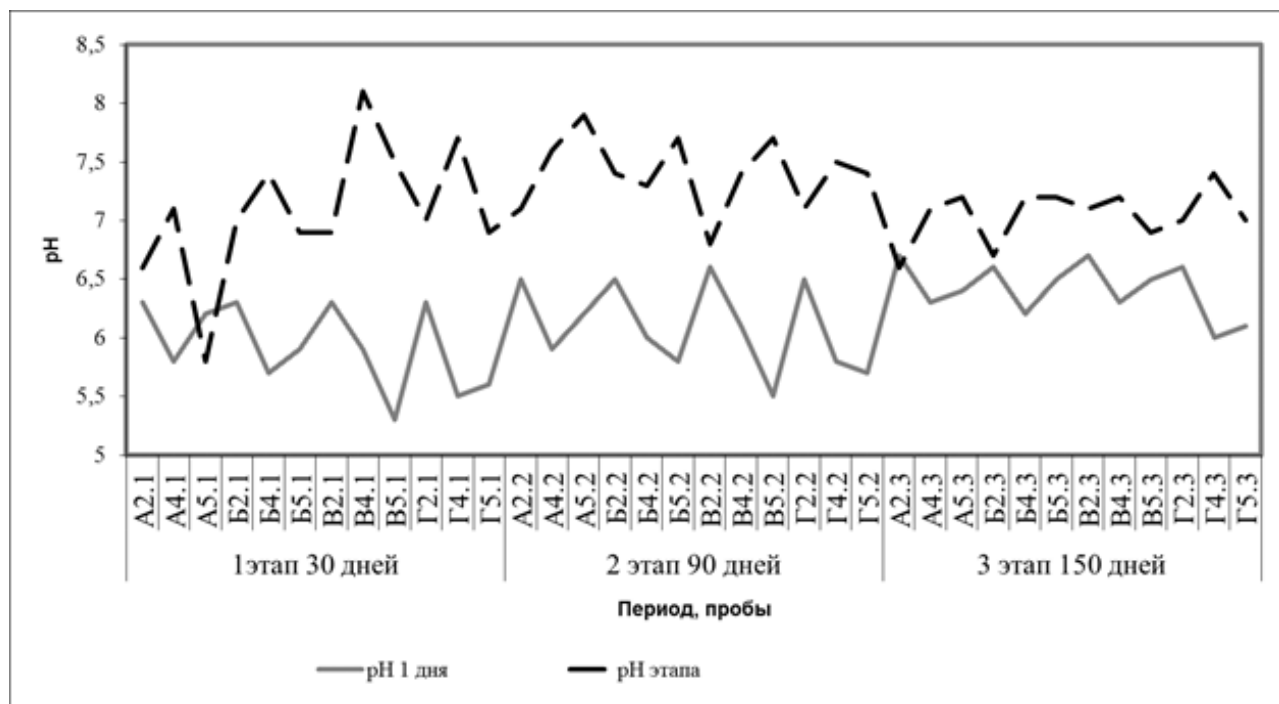


Рисунок 1 – Показатели рН в субстратах

Количественный прирост червей на первом этапе наблюдали в пробах Б5.1, В5.1, Г5.1, где происходило созревание молодых и появление коконов (рисунок 2). В нескольких пробах количественного прироста не наблюдали, особи оставались неполовозрелыми или частично гибли. После окончания второго этапа высокий прирост также оставался в пробах А5.2, Б5.2 и В5.2, следует отметить прирост и в пробах А2.2, В2.2 и Г5.2. В ряде проб количественного роста не наблюдалось: так, в А4.2, Б2.2 и Б4.2 происходило созревание выживших особей, а в пробах Г2.2 и Г4.2 черви остались неполовозрелыми. В конце третьего этапа значительный прирост наблюдали в пробах В5.3 и Г5.3 и незначительный – в А5.3. В ряде проб групп Б и В не произошло созревания червей, отсутствовали коконы и в пробе В 5.3 все черви погибли.

Значения массы молодых и половозрелых особей среди обозначенных проб выше, заметно отличались от первоначальных показателей (рисунок 3). С первого этапа суммарно в два раза увеличилась масса червей в пробах А5.1, Б5.1, В2.1, В5.1 и Г5.1. На втором этапе – А2.2, А5.2 и В5.2. В конце третьего этапа в А5.3 и Г5.3 прирост был выше в два раза, а в пробе В5.3 – в три раза.

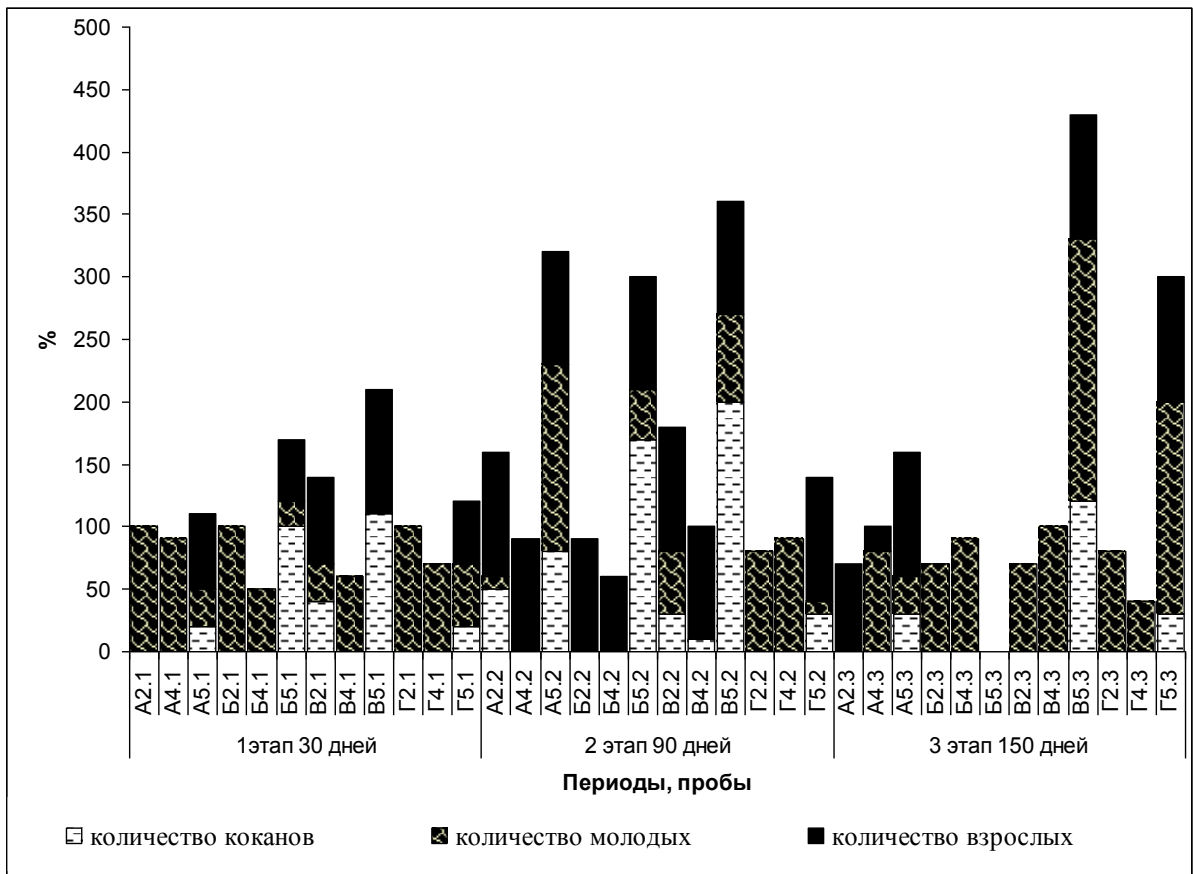


Рисунок 2 – Количественный прирост дождевых червей

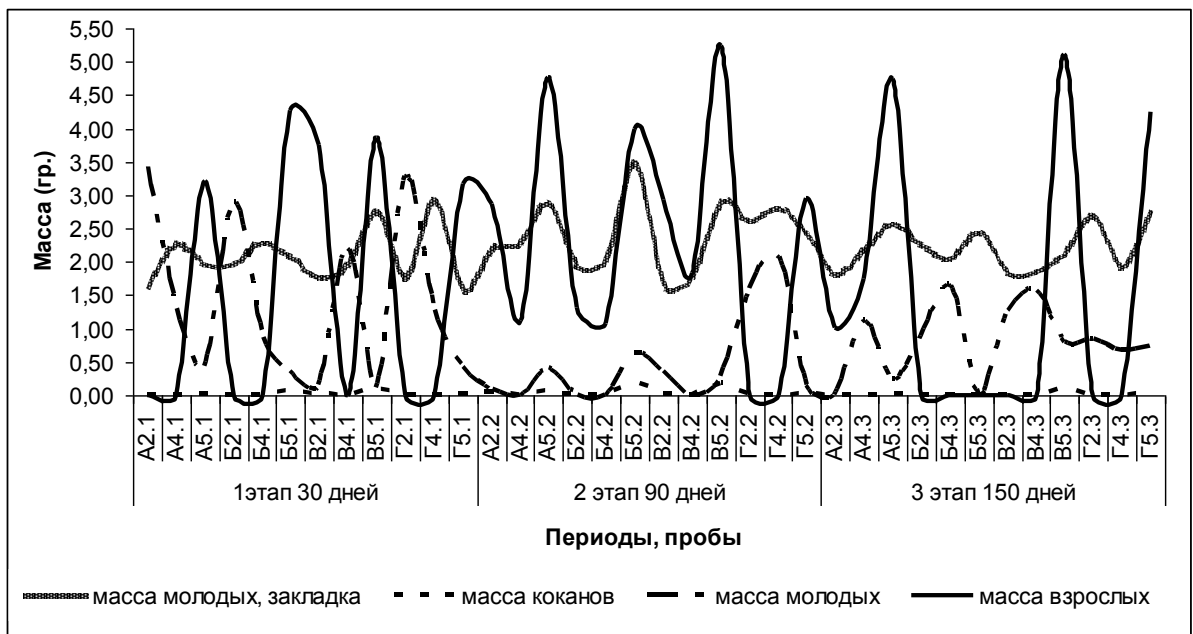


Рисунок 3 – Прирост биомассы дождевых червей

Таким образом, опыты показали, что наиболее продуктивными в количественном и массовом приросте компостного червя пригодны субстраты группы смешанного грунта как с микробиологической добавкой, так и без неё. Использование чистой пивной дробины с остатками сточных вод и опилок не продуктивно. Необходим субстрат, который будет обладать хорошей поглотительной способностью и будет изолировать от выделения кадаверина, сохраняя полезные вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиляров М. С. Роль почвенных беспозвоночных животных в разложении растительных остатков и круговороте веществ / М. С. Гиляров, Б. Р. Стриганова // Зоология беспозвоночных. Почвенная зоология. – 1978. – Т. 5. – С. 8–69.
2. Гиляров М. С. Жизнь в почве / М. С. Гиляров, Д. А. Криволуцкий. – М. : Молодая гвардия, 1985. – 191 с.
3. Иларионов С. А. Биоконверсия органических отходов с помощью вермикюльтивирования / С. А. Иларионов, И. Г. Калашникова // Дождевые черви и плодородие почв: материалы I междунар. конф. – Владимир, 21–23 ноября 2002 г. – Владимир, 2002. – С. 34–36.
4. Игонин А. М. Как повысить плодородие почвы в десятки раз с помощью дождевых червей / А. М. Игонин. – М. : Маркетинг, 2002. – 30 с.
5. Наконечный Н. В. Выживание дождевых червей гибрида "старатель" в грунте с содержанием твердых бытовых отходов / Н. В. Наконечный, И. Н. Турбина // Тобольск научный – 2016 : материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. (с международным участием) (г. Тобольск, 10–11 ноября 2016 г.). – Тобольск : ООО Принт-Экспресс, 2016. – С. 71–74.

УДК 631.8:53

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

Иванова Жанна Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт, *Россия, г. Санкт-Петербург, office@agrophys.ru*

Соколов Иван Викторович, младший научный сотрудник, ФГБНУ Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения, *Россия, г. Санкт-Петербург-Пушкин, szcentr@bk.ru*

В ходе исследований в многолетнем микрополевом опыте в 2012–2014 гг. установлена высокая агрономическая эффективность применения нового органоминерального удобрения (НОМУ) на основе куриного помёта на легкой дерново-подзолистой почве. Доказана необходимость периодического применения НОМУ в сочетании со средними и повышенными дозами полного минерального удобрения, а также его легирования калием.

Ключевые слова: органоминеральное удобрение, почва, культура, севооборот, продуктивность

THE EFFECTIVENESS OF THE NEW FERTILIZER BASED ON CHICKEN LITTER IN FIELD CROP ROTATION

Ivanova Zh. A., Sokolov I. V.

In the course of research in Mitropoleos years of experience in 2012–2014 high agronomic efficiency of application of new organic-mineral fertilizers based on poultry manure on light sod-podzolic soil. The proven need for periodic use of CONDOM in combination with medium and higher doses of complete mineral fertilizers, as well as its doping with potassium.

Keywords: organic-mineral fertilizer, soil, culture, crop rotation, productivity.

В условиях кризиса высокотоварное производство на Северо-Западе РФ по экономическим причинам было перенесено преимущественно на хорошо окультуренные почвы, где применялись в основном моноазотные системы удобрения [1, 6, 7]. Это вызвало развитие скрытой деградации [5, 6]. Особенно тяжёлые последствия связаны с утратой почвой кальция и калия, [4, 5] и меньшие – с потерей фосфатов [3]. Эти негативные явления стали следствием недостаточного использования в т. ч. ресурсов местных удобрений. Практически прекратилось применение агрономически ценных сапропелей и пригодных осадков сточных вод [2].

Использование навоза и помёта даже в относительно развитой Ленинградской области достигает лишь 40 % от объёмов накопления [8].

Целью исследования, начатого в Меньковском филиале АФИ в 2012 г., был поиск эффективных сочетаний нового органоминерального удобрения (НОМУ) на основе птичьего помёта с минеральными удобрениями, обеспечивающего максимальный агрономический эффект и восстановление плодородия деградированной дерново-подзолистой почвы. Методической основой служил микрополевой опыт в полиэтиленовых сосудах без дна размером $1 \times 1 \times 0,4$ м с искусственно сформированной верхней частью профиля ($A_{\text{пах.}}$ – 0–20 см., A_2B – 20–40 см) среднекультуренной супесчаной дерново-подзолистой почвы. Опыт реализовался в трёх закладках семипольного полевого севооборота: 1) пар сидеральный (люпиновый) – озимые зерновые – ячмень + многолетние травы; 2) ячмень + многолетние травы – многолетние травы 1 г. п. – многолетние травы 2 г. п.; 3) картофель – рапс яровой – люпин сидеральный. Двухфакторная схема опыта предполагала ежегодное внесение минеральных удобрений и периодическое (под пшеницу озимую, ячмень и картофель) – НОМУ (таблица 1). Изучаемое удобрение характеризовалось влажностью 2,2 %, рН 9,0 ед., содержанием (%) 74,4 органического вещества, 2,46 азота, 4,51 фосфора, 3,36 калия, 7,18 кальция, 2,48 магния. Повторность в опыте 4-кратная.

В отличие от минеральных и органических систем удобрения на основе навоза действие нового органоминерального удобрения в дозах 3–10 т/га имело выраженный нейтрализующий эффект, сравнимый с действием аналогичных доз реagentного ОСВ или известковистого сапропеля [2]. За счёт обогащенности оксидами, карбонатами и гидрокарбонатами кальция, магния и калия добавляемой золы от внесения 1 т/га НОМУ рН_{сол.} в среднем по вариантам опыта повышался на 0,036 ед., сумма обменных оснований – на 0,045 ммоль (экв)/100 г, степень насыщенности основаниями – на 0,7 %. При этом заметно проявилось и оструктурирующее действие НОМУ на изучаемую супесчаную дерново-подзолистую почву. Так, за три года, вследствие оптимизации кислотно-основных свойств, увеличения прихода свежего органического вещества, коэффициенты структурности и водопрочности повысились в среднем с 0,69 до 1,18–1,69 и с 0,55 до 0,76–0,85. Полевая влагоёмкость почвы возросла с 20,6 до 21,6–22,7 %, что привело к определённой оптимизации и её водного режима. Положительное действие НОМУ на питательный режим почвы носило ещё более выраженный характер. И в первую очередь это касалось, азотного и фосфатного режима почвы.

Результаты учетов показали, что основными факторами повышения отдачи от НОМУ выступали продолжительность вегетационного периода и активного потребления элементов питания, выраженное последствие на культурах севооборота и сочетание со средними дозами азотных и калийных удобрений. В частности, пшеница озимая и картофель отзывались на применение НОМУ гораздо лучше, чем ячмень, имеющий в 2–3 раза более короткий период активного потребления элементов питания из почвы. Озимая пшеница, несмотря на ценность предшественника (люпина узколистного на сидерат), хорошо отзывалась и на полное минеральное, и на органоминеральное удобрение. На фоне средних и повышенных доз НРК урожайность зерна увеличивалась в 2,6–2,9 раза, соломы – в 2,5–2,8 раза, а окупаемость 1 кг д. в. составляла 17,7–20,9 з. ед. ОМУ в дозах 3–7 т/га повышало урожайность более чем в 2 раза при окупаемости 1 кг НРК 5,1–8,3 з. ед. На фоне минеральных удобрений, относительные прибавки урожайности уменьшились, а окупаемость д.в. всех удобрений даже возрастала (до 6,3–12,4 з. ед.). Окупаемость же самого ОМУ, по мере увеличения доз фонового удобрения, понижалась. Легирование ОМУ калием минерального удобрения в большинстве вариантов дало положительный результат. Лучшие показатели агрономической эффективности ОМУ соответствовали минимальной дозе (3 т/га): прибавка урожайности от 22 до 108 % при окупаемости 1 кг д. в. от 4,1 до 8,3 з. ед. На ячмене раннеспелого сорта Ленинградский из-за крайне короткого (около 3 нед) периода интенсивного потребления элементов питания и

плохой влагообеспеченности в 2012 г. НОМУ уступало по агрономической эффективности минеральной системе удобрения в 2–4 раза.

На этом фоне легирование НОМУ калием было эффективно только в варианте $N_{100}P_{75}K_{75} + \text{ОМУ } 10 \text{ т/га}$. Картофель хорошо отзывался на повышенные дозы минеральных удобрений (увеличение урожайности клубней на 69 %) и столь же хорошо на ОМУ в дозах 7 и 10 т/га (увеличение урожайности на 36–90 %). В отличие от зерновых культур, картофель использовал элементы питания из ОМУ на фоне минеральных удобрений даже лучше. Поэтому лучшие результаты при внесении в чистом виде получены от дозы 1 т/га, а на фоне NPK – от дозы 10 т/га. Эффективным на этой культуре было и легирование ОМУ калием (в расчете на 1 кг K_2O получено по 12,5 з. ед.).

Эффект последствия ОМУ зависел от биологических особенностей культур и агротехнических условий. На урожайности многолетних трав в первом укосе первого года хозяйственного использования проявлялось угнетающее действие покровной культуры. Чем выше была урожайность ячменя, тем сильнее изреживался травостой. Ко второму укосу густота травостоя выравнивалась и последствие возрастающих доз ОМУ проявилось отчетливо (прибавка урожайности зеленой массы трав от 9 до 90 %). За счет этого укоса и в целом по году последствие оказалось достаточно существенным: в среднем по вариантам опыта прибавки урожайности от дозы 4 т/га составили 6 %, 7 т/га – 19 %, 10 т/га – 28 %. Во втором году хозяйственного пользования трав существенное последствие ОМУ сохранялось только в вариантах с его внесением по неудобренному минеральными удобрениями фону. При этом большие прибавки урожайности были в значительной мере обусловлены исключительно низкой продуктивностью трав на делянках абсолютного контроля.

Погодные условия 2013 г. негативно отразились на его развитии, поскольку жаркое лето благоприятствовало распространению вредителей. Поэтому в варианте, в котором предшественник рапса не получал удобрений, урожайность зеленой массы составила всего 0,66 кг/м². Как культура, нуждающаяся в легкорастворимых питательных веществах, рапс положительно реагировал на последствие минеральных удобрений. Последствие же ОМУ проявлялось стабильнее при внесении в чистом виде (на фоне NPK только по высоким дозам). Вопреки ожиданиям последствие ОМУ на посевах люпина было значительнее, чем на более требовательных небобовых культурах. В среднем по вариантам опыта с внесением на 1 га 4 т ОМУ прибавка урожайности зеленой массы составила 45 %, 7 т – 57 %, 10 т – 68 %. Вероятно, это стало следствием улучшения калийного режима и физических свойств почвы.

В целом по севообороту пар сидеральный – пшеница озимая – ячмень + многолетние травы – многолетние травы 1 г. п. – многолетние травы 2 г. п. – картофель – рапс яровой» высокая агрономическая эффективность оказалась свойственна как минеральной, так и органической системам удобрения. Но максимальный агроэкономический эффект был достигнут в вариантах с сочетанием применения повышенных (5–7 т/га) доз НОМУ с повышенными дозами полного минерального удобрения. И хотя по мере усиления питания за счёт минеральных удобрений относительная отдача от НОМУ сокращалась, абсолютные прибавки продолжали увеличиваться с 0,888–1,659 до 0,907–1,863 и 1,216–1,823 з. ед/м². Наивысшая отдача от легирования НОМУ сульфатом калия была зарегистрирована в системе удобрения, базирующейся на применении чистого НОМУ, 7–10 т/га + K_{70-100} , а по фону средних и повышенных доз минеральных удобрений – в варианте НОМУ, 5–7 т/га + K_{50-70} .

Таким образом, новое органоминеральное удобрение на основе птичьего помёта оптимизирует кислотно-основные свойства почвы, её водный и питательный режимы. В среднем по вариантам опыта при внесении 1 т/га этого удобрения $pH_{\text{сол}}$ увеличивался на 0,036, а сумма обменных оснований – на 0,048 мМоль/100 г. Его периодическое применение в полевом севообороте в дозах от 3 до 10 т/га является экологически безопасным и представляет собой мероприятие химической мелиорации, направленное на преодоление скрытых деградационных процессов интенсивно используемых дерново-подзолистых почв. Внесение НОМУ в до-

зах от 11 до 27 т/га за ротацию полевого севооборота позволяет повысить его продуктивность на 47–73 %, при легировании сульфатом калия – на 59–87 %, при сочетании со средними и повышенными дозами минеральных удобрений – на 94–145 и 147–177 % соответственно. Окупаемость 1 кг NPK нового удобрения при этом достигает 5,4– 1,6 з.ед.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов М. В. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России [Текст] / М. В. Архипов и др. – СПб., 2016. – 136 с.
2. Иванов А. И. Осадок сточных вод в системах удобрения зерновых [Текст] / А. И. Иванов // Зерновые культуры. – 1998. – № 6. – С. 10–11.
3. Иванов А. И. Фосфатный режим хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв Северо-Запада Российской Федерации [Текст] / А. И. Иванов, В. В. Ильющенко // Доклады РАСХН. – 2000. – № 2. – С. 23–25.
4. Иванов А. И. Изменение калийного состояния хорошо окультуренной дерново-подзолистой почвы при применении калий-дефицитной системы удобрения [Текст] / А. И. Иванов и др. // Агрохимия. – 2009. – № 4. – С. 21–26.
5. Иванов А. И. Современные деградационные процессы в хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] / А. И. Иванов, В. А. Воробьев, Ж. А. Иванова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 3. – С. 15–19.
6. Иванов А. И. Агроэкологические последствия длительного применения дефицитных систем удобрения на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах [Текст] / А. И. Иванов, Ж. А. Иванова, В. А. Воробьев, Н. А. Цыганова // Агрохимия. – 2016. – № 4. – С. 10–17.
7. Иванов И. А. Эффективность удобрений на дерново-подзолистых почвах с очень высоким содержанием фосфора и калия [Текст] / И. А. Иванов, А. И. Иванов // Агрохимия. – 1991. – № 5. – С. 17–21.
8. Производство, изучение и применение удобрений на основе птичьего помета [Текст] / Под общ. ред. А. И. Иванова, В. В. Лапы. – СПб. : ФГБНУ АФИ, 2018. – 317 с.

УДК 631.862:631.867:631.879

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОБНЫХ КОМПОЗИЦИЙ «НПО БИОТЕХСОЮЗ» ДЛЯ УСКОРЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗНЫХ СТОКОВ СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В БЕЗОПАСНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Сидякин Андрей Иванович, кандидат биологических наук, доцент, Таврическая академия Крымского государственного университета, НПО Биотехсоюз, Россия, Республика Крым, info@biotechsouz.ru, acid302@mail.ru

Тихонов Владимир Владимирович, кандидат биологических наук, МГУ имени М. В. Ломоносова. Россия, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12., vvt1985@gmail.com

Федин Андрей Александрович, НПО Биотехсоюз, Россия, г. Москва, ул. Дубнинская, д. 79 строение 14, rosbio@mail.com

На примере промышленных и лабораторных исследований показано повышение эффективности применения биопрепаратов и микробных композиций производства «НПО Биотехсоюз» для улучшения качества и скорости переработки навозных стоков, улучшения микроклимата внутри производственных помещений содержания животных на всех стадиях производственного цикла свиноводческих комплексов. Разработаны композиции биопрепаратов, способствующие снижению концентрации патогенной и условно патогенной микрофлоры в навозных стоках, что открывает возможности для ускоренной переработки таких отходов в биологически безопасное удобрение.

Ключевые слова: биопрепараты, БГКП, органические отходы, навоз, свиноводство.

USE OF MICROBIAL COMPOSITIONS OF THE “RESEARCH AND PRODUCTION ASSOCIATION “BIOTECHSOYUZ” FOR ACCELERATED PROCESSING OF MANURE WASTE FLOWS OF PIG-BREEDING COMPLEXES INTO HARMLESS FERTILIZERS

Sidyakin A. I., Tikhonov V. V., Fedin A. A.

Efficiency improvement of application of biopreparations and microbial compositions of production of the “Research and production association “Biotechsoyuz” for the enhancement of quality and of the processing speed of manure waste flows have been shown by the example of industrial and laboratory researches. The application of biopreparations and microbial compositions have shown the improvement of the microclimate inside the industrial premises of animal housing at all stages of production cycle of pig-breeding complexes as well. Compositions of biopreparations that enable reduction of concentration of pathogenic and opportunistic pathogenic microflora in the manure waste flows have been developed. These developments offer opportunities for the accelerated processing of such wastes into biologically harmless fertilizer.

Key words: biopreparations, coliform bacteria, organic wastes, manure, pig breeding.

Интенсификация производства животноводческой продукции усиливает неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Проблемы складирования, переработки, обезвреживания и использования отходов животноводческой отрасли агропромышленного производства относятся к острейшим на сегодняшний день [1].

Свинокомплексы представляют собой объекты от I до III класса опасности, на которых образуются в огромных количествах опасные навозные стоки, содержащие болезнетворные микроорганизмы, опасные для людей и животных, вызывающие инфекционные и инвазионные болезни. При этом в качестве отхода производства образуется свежий навоз от свиней. Согласно нормативам, на 1 т выращенной свинины образуется около 40 тонн бесподстилочного навоза, жидкого навоза, навозных стоков, жидкой фракции навоза из отстойников и избыточного активного ила [2].

В настоящее время существует несколько технологических приемов обезвреживания свиного навоза и стоков свиноводческих комплексов [3]:

1. Выдерживание в лагунах (навозохранилищах) в течение 8–12 мес, после чего обезвреженный навоз в жидком виде в качестве органического удобрения 1 раз в год вносится на с.-х. поля.

2. Обеззараживание (при контаминации их вегетативной и спорообразующей патогенной микрофлорой, возбудителями инвазионных болезней) термическим способом (паром); термической сушки.

3. Химическим методом (аммиаком, формальдегидом, жидким хлором или озонированием; (сроки составляют от 6 ч до 5 сут).

4. Биотермическая обработка в процессе компостирования.

Выдерживание в лагунах-навозохранилищах и компостирование является наиболее распространенным способом обезвреживания навоза, навозных стоков, избыточного активного ила и других отходов (на предприятиях использующих очистку стоков биологическим методом) свиноводческих предприятий малой и средней мощности. Время выдерживания отходов после процесса поступления в навозохранилища различно и по разным оценкам должно составлять от 6 до 12 и более мес для полного и эффективного завершения процессов обеззараживания. При этом, интенсивность протекания таких процессов напрямую зависит от микробиологических процессов, протекающих в них.

Не секрет, что, как на стадии образования собственно стоков (при откормке животных в условиях помещений), так и в дальнейшем, при интенсивной микробной деструкции навозных стоков в больших количествах, образуются ядовитые и зловонные соединения: следы сероводорода, аммиак, сернистый ангидрид, окислы азота, сложные и простые летучие углеводороды, окислы углерода, ацетон, простые и сложные эфиры, индол, скатол и меркаптаны.

Интенсификация микробиологических процессов является, пожалуй, единственным способом повышения эффективности такой обработки образующихся стоков свиноводческих

предприятий, но при микробной деструкции и переработке стоков происходит интенсификация процессов, сопровождающаяся накоплением перечисленных токсических и зловонных газов, что само по себе представляет определенную проблему современного животноводства. В связи с тем, что экономическая эффективность длительного выдерживания стоков в лагунах-навозоаккумуляторах низкая, группой компаний НПО Биотехсоюз был проведен поиск новых эффективных микробных композиций, повышающих эффективность обеззараживания стоков лагун навозохранилищ при сокращении срока выдержки в них стоков. Такие микробные композиции вошли в состав биопрепаратов серии «ПРО-В», применение которых существенно снижает выбросы токсичных газов в атмосферу и одновременно повышает уровень микробиологической очистки навозных стоков лагун-навозоаккумуляторов хранения жидкого бесподстильного свиного навоза.

В соответствии с выполнением плана мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду, в течение ряда лет на комплексе по промышленному производству мяса свинины мощностью 2500 голов продуктивных свиноматок замкнутого цикла ООО «Грайворонский свинопредприятие» (с. Масычево, Грайворонский р-н) было организовано проведение опытно-промышленных испытаний микробиологических препаратов «ЭКОМИК ПРО-В» и «РОДОБАКТ ПРО-В», результаты которых представлены ниже.

Результаты применения биопрепаратов для устранения неприятных запахов от лагун навозоаккумуляторов. Препарат в опытные лагуны вносили однократно методом равномерного распределения рабочего раствора (необходимое количество препарата разводили водопроводной водой в соотношении 9 л воды на 1 л препарата) по всей поверхности при помощи каналопромывочной машины высокого давления на базе а/м "МАЗ" (данные приведены в таблице 1).

Таблица 1 – Расход биопрепаратов в опыте для обработки лагун

Объект	Объем стоков в лагуне на момент внесения, м ³	Концентрация внесения, л на м ³	Фактический расход препарата, л
Лагуна № 1	5000	1 : 10	506
Лагуна № 3	2500	1 : 10	230

В результате проведения измерений общее снижение концентраций загрязняющих веществ вблизи опытных лагун составило от 7 до 44 % по сравнению с контролем, причем, чем больше был срок экспозиции, тем выше оказался процент снижения показателей.

Также отмечено, что в опытных лагунах стоки стали более однородными по сравнению с контролем, твердая корка на поверхности лагуны отсутствовала, невыбираемый остаток навоза на дне лагун сократился в 2,5 раза (остаток составил менее 2000 м³ в лагуне № 1 и более 5000 м³ в лагуне № 4, не обработанной препаратом). При дальнейшем внесении стоков на поля значительно снизился (практически исчез) неприятный запах и отсутствовали жалобы населения.

Перед вывозом выдержанных навозных стоков на поля в соответствии с требованиями «Технологического регламента использования животноводческих стоков в качестве органических удобрений» осуществляли отбор и лабораторный контроль проб в опытных и контрольных лагунах на удобрительную ценность и отсутствие гельминтов. Установлено, что в опытной пробе по сравнению с контролем произошло увеличение содержания массовой доли органического вещества в 2 раза, общего азота и фосфора на 29 и 12,5 %, натрия и кальция в 1,8 раза, содержание калия практически не изменилось. Вместе с тем снизилось содержание серы в 3,4 раза, тяжелых металлов: кадмия, мышьяка и ртути – в 1,4; 2,2; 2,3 раза соответственно.

Результат применения биопрепаратов в производственных корпусах свиноводческого комплекса. В качестве комплексного подхода для снижения эмиссии газовых выбросов и ускоренного процесса переработки навозных стоков была начата поэтапная обработка указанными биопрепаратами ванн навозоудаления в корпусах содержания животных (осемене-

ния, ожидания, опороса, дорашивания и откорма) в соответствии с графиком постановки животных. Препараты применяли в виде рабочего раствора, разбавляли водой в соотношении 1 : 9 и заливали в ванны из расчета 1 л биопрепарата на 10 м³ объема ванн в корпусе (секции).

В рамках проведения эксперимента на опытном свинокомплексе осуществляли инструментальный мониторинг показателей вредных веществ в воздухе производственных помещений газоанализатором ОКА-Т на содержание аммиака и сероводорода. В качестве контрольных показателей приняты данные по предприятию «Грайворонский свинокомплекс-2», полностью аналогичному по проекту опытному, а также по технологии содержания и кормления животных, но на которых применение биопрепаратов не проводилось.

Сравнительные результаты исследования воздуха рабочей зоны в корпусах содержания животных «Грайворонский свинокомплекс-1» и «Грайворонский свинокомплекс-2» по сероводороду и аммиаку представлены графиками рисунка 1 (представлены среднеарифметические по всем измерениям).

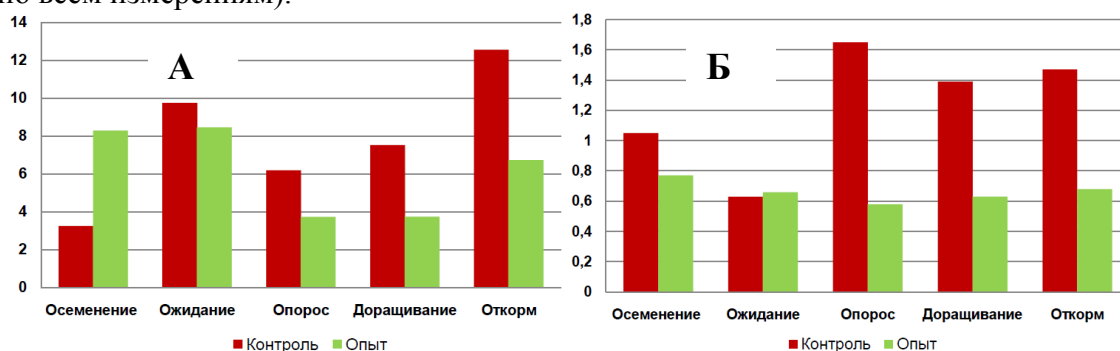


Рисунок 1 – Изменение концентрации аммиака (А) и сероводорода (Б) (мг/м³) в воздухе рабочей зоны при применении препаратов серии ПРО-В (контроль – без обработки биопрепаратами; опыт – с применением биопрепаратов).

Из представленных данных рисунка 1 видно, что в результате применения препаратов показатели концентрации аммиака в опытных корпусах для всех групп животных снизились в 1,2–2,0 раза по сравнению с контрольными значениями, причем общее поголовье на опытном свинокомплексе в период проведения эксперимента на 1130 голов было больше. Исключение составляет корпус осеменения, где показатель содержания аммиака (в среднем) выше на 60 % контрольного. Проблема в том, что ванны-навозоудаления в этих секциях полностью не освобождаются, а регулярно «подсливаются» один раз в 14 дн, и, по-видимому, процесс биоразложения за такой период времени протекает не в полной мере. Представленные данные свидетельствуют о том, что в корпусах осеменения, опороса, дорашивания и откорма показатель содержания сероводорода в опыте снизился в 1,4–2,8 раза по отношению к контролю. В опытных секциях корпуса ожидания уровень сероводорода значительно не изменился. Таким образом, в опыте произошло снижение показателей содержания аммиака на 40–50 % по сравнению с контролем, а сероводорода на 54–65 % соответственно.

Исследование микробиологических препаратов на способность снижения титра БГКП в свином навозе. Полнота и завершенность процессов обеззараживания навозных стоков свиноводческих комплексов контролируется содержанием в них клеток патогенных и условно-патогенных бактерий, основными представителями которых являются бактерии группы кишечной палочки (БГКП). Поэтому с целью исследования влияния микробных композиций на данный показатель (титр БГКП), совместно с сотрудниками кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ, проведено исследование влияния отдельных штаммов и штаммовых композиций микроорганизмов, на изменение титра БГКП.

Целью эксперимента являлось изучение влияния микробиологических препаратов, предоставленных «НПО Биотехсоюз», на титр БГКП в свином навозе в динамике. Эксперимент проводился на почвенном стационаре факультета почвоведения МГУ с 1 сентября по 16 октября 2018 г. В качестве субстрата с высоким титром БГКП был выбран свиной навоз, на площадках навозонакопления объектов промышленного свиноводства. В работе исследовались 6 препаратов (таблица 2). Изучалось действие двух концентраций препаратов в соот-

ношении с навозом 1/2000 и 1/10000 (препарат/навоз). Каждые две недели проводился посев субстратов на определении количественного содержания БГКП на агаризованную среду МакКонки

Таблица 2 – Состав штаммовых композиций исследуемых препаратов

№ биопрепарата	Наименование штаммового компонента*
1	<i>Actinomyces</i> sp.
	<i>Streptomyces</i> sp.
	<i>Bacillus</i> sp. – 1 штамм.
2	<i>Bacillus</i> sp. – 2 штамма
	<i>Saccharomycopsis</i> sp.
	<i>Candida</i> sp.
3	<i>Saccharomycopsis</i> sp.
	<i>Candida</i> sp.
	<i>Bacillus</i> sp. – 3 штамма
4	<i>Enterococcus</i> sp.
5	<i>Bacillus</i> sp. – 1 штамм
6	<i>Lactobacillus</i> sp. – 5 штаммов
	<i>Bacillus</i> sp. – 2 штамма

* – в связи с коммерческой тайной – не разглашается

Для каждого варианта определяли средние значения. Оценку достоверности различия вариантов определяли, используя доверительный интервал с уровнем значимости альфа 95 %.

Результаты исследования. После 13 сут инкубации титр БГКП в контрольном варианте не отличался от титра в исходном субстрате и составлял около 4×10^6 КОЕ/мл. Все исследуемые препараты во всех концентрациях имели тенденцию к снижению титра БГКП в исходном субстрате (таблица 3 и рисунок 2). Достоверные отличия от контрольного варианта опыта установлены для следующих вариантов микробных композиций (таблица 3, выделено): препарат 1 в разведении 1/10000, препарат 2 в разведении 1/2000, препараты 4 и 6 в обоих разведениях и препарат 5 в разведении 1/2000.

Таблица 3 – Изменение титра БГКП (в % к исходному содержанию) в вариантах обработки субстрата микробиологическими композициями после 13, 26 и 44 сут инкубации от исходного содержания БГКП в субстрате

Вариант/время	13 сут	26 сут	44 сут
Контроль	104 %	37 %	28 %
Препарат 1, 1/10000	36 %	65 %	26 %
Препарат 1, 1/2000	81 %	37 %	14 %
Препарат 2, 1/10000	67 %	15 %	17 %
Препарат 2, 1/2000	34 %	65 %	120 %
Препарат 3, 1/10000	49 %	65 %	30 %
Препарат 3, 1/2000	37 %	28 %	10 %
Препарат 4, 1/10000	8 %	66 %	15 %
Препарат 4, 1/2000	46 %	42 %	12 %
Препарат 5, 1/10000	68 %	82 %	16 %
Препарат 5, 1/2000	28 %	36 %	6 %
Препарат 6, 1/10000	5 %	58 %	30 %
Препарат 6, 1/2000	6 %	197 %	52 %

* – выделены варианты, достоверно отличающиеся от контрольного варианта

После 26 сут инкубации титр БГКП в контрольном варианте достоверно снизился по сравнению с исходным вариантом и составил $1,47 \times 10^6$ КОЕ/мл (снижение в 2,7 раза). Достоверных различий между контрольным вариантом и вариантами с препаратами не выявлено (рисунок 2).

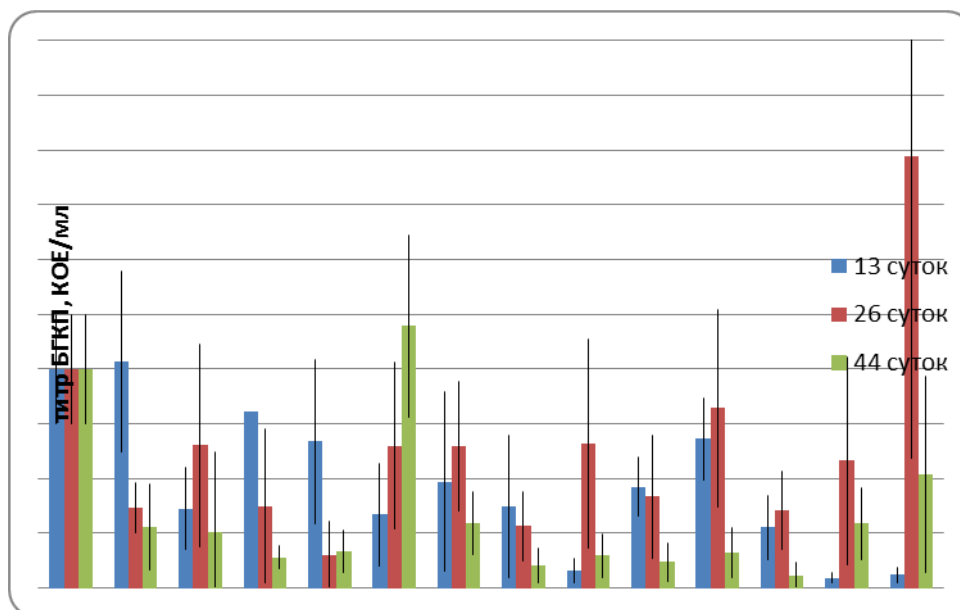


Рисунок 2 – Титр БГКП в навозе после 13, 26 и 44 сут инкубации с препаратами НПО Биотехсоюз.

После 44 сут инкубации титр БГКП в контрольном варианте достоверно снизился по сравнению с исходным вариантом и составил $1,1 \times 10^6$ КОЕ/мл (снижение в 3,6 раза). Следующие варианты имели тенденцию к снижению титра в субстрате по сравнению с контрольным образцом: 1 препарат в разведении 1/2000, 2 препарат в разведении 1/10000, препараты 4 и 5 в обоих разведениях. Достоверное отличие от контрольного варианта показал только вариант 5 в разведении 1/2000.

Таким образом, максимальную эффективность по подавлению БГКП препараты показали в первые две недели. Общеизвестно, что титр интродуцируемых в окружающую среду микроорганизмов быстро падает со временем. По-видимому, именно с этим связано, что эффект от препаратов уже отсутствует через 26 сут. В вариантах препарат 2 1/2000 и препарата 6 наблюдался рост БГКП со временем, данное явление может быть связано с тем, что в первые недели микроорганизмы исследуемых биопрепаратов оказали не бактерицидное, а бактериостатическое действие, и со временем титр вносимых микроорганизмов падал, как и их подавляющая активность по отношению к БГКП. Стремительное падение БГКП после 13 сут в варианте 6 по сравнению с контролем (в 17 и 22 раза), возможно, связано с продуктами жизнедеятельности, которые активно выделяли лактобактерии. После 44 сут, практически все препараты (препарат 1 в разведении 1/2000, препарат 2 в разведении 1/10000, препараты 4 и 5 в обоих разведениях) показали тенденцию к снижению титра по сравнению с контрольным образцом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соболева О. М. Повышение микробиологической безопасности отходов животноводства после электромагнитной обработки / О. М. Соболева, М. М. Колосова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – №10 (144). – С. 73–77.
2. Обзор нарушений деятельности свиноккомплексов, использующих технологии выращивания свиней и утилизации свежего навоза от свиней, аналогичные технологиям ООО «Коралл», в других субъектах Российской Федерации // Совет при президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека [Интернет-ресурс]. – URL: <http://president-sovet.ru/files/71/d9/71d985d609502be007b059960f400d54.pdf> (Дата обращения: 05.02.2019).
3. РД-АПК 3.10.15.01-17. Методические рекомендации по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета // Информационная система Меганорм [Интернет-ресурс]. – URL: <https://meganorm.ru/data2/1/4293744/4293744156.pdf> (Дата обращения: 01.02.2019г).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ СВИНОГО НАВОЗА

Новоселов Сергей Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Россия, Республика Марий-Эл, г. Йошкар-Ола, *Serg.novoselov2011@yandex.ru*

Внутрипочвенное внесение жидких органических удобрений по сравнению с поверхностным внесением в разлив обеспечивает снижение потерь азота, увеличение содержания гумуса в почве, экологическую безопасность, отсутствие запаха и улучшение санитарных условий, повышение урожайности на 15–30 % и рентабельности производства на 15–20 %.

Ключевые слова: жидкие органические удобрения, способы внесения, агрохимические показатели, экономическая эффективность.

THE EFFECTIVENESS OF SOIL MAKING LIQUID ORGANIC FERTILIZER BASED ON PIG MANURE

Novoselov S. I.

Intra-soil application of liquid organic fertilizers on a par with surface application in the spill provides reduction of nitrogen losses, increase of humus content in the soil, environmental safety, absence of smell and improvement of sanitary conditions, increase of productivity by 15-30% and profitability of production by 15-20 %.

Key words: liquid organic fertilizers, methods of application, agrochemical indicators, economic efficiency.

Основой современного сельскохозяйственного производства являются крупные предприятия, определяющие свою стратегию на основе адаптивных технологий, интенсификации и экологизации. Это обусловлено вызовами мирового сельского хозяйства с его конкурентной борьбой за рынки сбыта и сферы влияния, а также обострившимися экологическими проблемами. Решение экологических проблем требует значительных финансовых затрат, которые с каждым годом растут и увеличивают свою долю в структуре производства основной продукции. В животноводстве и особенно в свиноводстве одной из острейших проблем является утилизации экскрементов животных. В настоящее время на крупных свинокомплексах удаление экскрементов производится с большим расходом воды. В сутки с одного свинокомплекса накапливается до 180 м³ жижи, а за год объем стоков в хозяйствах достигает 200–300 тыс. м³. Ее накопление в больших количествах представляет серьезную санитарную и экологическую угрозу.

Использование жижи связано с большими затратами, обусловленными гомогенизацией, обеззараживанием, хранением, транспортированием и внесением. Имеется множество способов утилизации жижи. Наиболее целесообразным и экономически обоснованным является использование ее в качестве жидкого органического удобрения.

Традиционной технологией внесения жидких органических удобрений является их разлив по поверхности поля. Основными недостатками таких технологий является их низкая экономическая эффективность из-за больших потерь азота, а так же санитарные и экологические последствия. Жидкие органические удобрения обладают резким неприятным запахом, и их внесение вызывает массовое недовольство населения, а вместе с талыми и дождевыми водами они могут смываться и попадать в открытые водоемы и грунтовые воды. Предлагаемая технология основана на внутрипочвенном внесении жидких органических удобрений.

Целью данной работы являлась разработка инновационной эколого-ландшафтной технологии возделывания сельскохозяйственных культур с внутрипочвенным внесением жидких органических удобрений, обеспечивающих увеличение производства экологически безопасной и качественной сельскохозяйственной продукции, повышение плодородия почвы и охрану окружающей среды.

Работа является результатом совместных изысканий вузовской науки и производства в период с 2015 по 2018 гг. Она выполнялась на основе хозяйственной деятельности ученых Марийского государственного университета и АО ПЗ «Шойбулакский» без использования бюджетных и грантовых средств.

Авторами разработана, адаптирована и внедрена в производство технология, обеспечивающая экологическую безопасность и высокую экономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур с внутрипочвенным внесением жидких органических удобрений. Выявлена необходимость и определены пути технической модернизации белорусской базовой модели машины МЖУ-20 для обеспечения внесения жидких органических удобрений с содержанием сухого вещества до 10 %. Разработана и адаптирована к условиям хозяйства программа по расчету оптимальных доз органических и минеральных удобрений на получение запланированных урожаев сельскохозяйственных культур. Разработана методика экспресс-диагностики азотного питания растений в полевых условиях по анализу сока растений и определены градации обеспеченности культур нитратным азотом в зависимости от уровня урожайности. Оработана система обработки почвы, установлены оптимальные дозы внесения, определен набор сельскохозяйственных машин для работы с жидкими органическими удобрениями.

В АО ПЗ «Шойбулакский» из 27 тыс. га пашни жидкие органические удобрения ежегодно вносят на площади более 3,0 тыс. га. Внутрипочвенное внесение жидких органических удобрений применяется с 2016 г. Площадь пашни с внутрипочвенным внесением жидких органических удобрений в 2017 г составила 300 га, в 2018 г. –1500 га. В 2019 г. планируется увеличение площади внесения до 2000 га.

Проведение полевых исследований показало, что использование жидких органических удобрений положительно влияло на изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы. Их внесение повышало содержание гумуса, минерального азота, доступного фосфора и обменного калия (таблица 1). Однако в зависимости от способа внесения жидких органических удобрений их действие проявлялось по-разному. Поверхностное внесение жидкого органического удобрения в дозе 50 м³/га повысило содержание гумуса в почве с 1,75 до 1,82 %, а при внутрипочвенном внесении – до 1,86 %. При внутрипочвенном внесении жидкого органического удобрения произошло снижение почвенной кислотности с 5,45 до 5,54 и повышение содержания легкогидролизуемого азота с 56 до 62 мг/кг.

Таблица 1 – Влияние способа внесения жидкого органического удобрения на агрохимические свойства почвы (озимая пшеница, всходы).

Показатель	Фон	Поверхностное внесение жидкого органического удобрения	Внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения
Гумус, %	1,75	1,82	1,86
pH	5,45	5,45	5,54
N л. г., мг/кг	56	56	62
P ₂ O ₅ , мг/кг	235	247	244
K ₂ O, мг/кг	14,5	16,9	17,5
N-NH ₄ , мг/кг	10,1	12,0	15,6
N-NO ₃ , мг/кг	3,7	3,5	6,3
N мин., мг/кг	13,8	15,5	21,9

На содержание в почве доступного фосфора и обменного калия способы внесения жидких органических удобрений влияли идентично. При внесении удобрений поверхностно содержание обменного калия возросло с 235 до 247 мг/кг, а внутрипочвенно – до 244 мг/кг. Содержание обменного калия изменялось с 14,5 и соответственно до 16,9 и 17,5 мг/кг. Способы внесения жидкого органического удобрения влияли на содержание минерального азота в почве. При внутрипочвенном внесении жидкого органического удобрения в почве повышалось содержание аммонийного азота, нитратного азота и, как следствие, минерального азота. В не удобренной почве содержание минерального азота составило 13,8 мг/кг. При поверхностном внесении жидкого органического удобрения содержание минерального азота в поч-

ве изменилось незначительно и составило 15,5 мг/кг. Внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения обеспечило значительное повышение содержания минерального азота в почве до 21,9 мг/кг. В пересчете на обеспеченность почвы азотом увеличение составило 24,3 кг/га.

Расчет эффективности применения жидких органических удобрений подтвердил преимущество внутрипочвенного внесения. Как показали расчеты, проведенные по результатам использования жидкого органического удобрения в 2017 и 2018 гг., экономическая эффективность их применения зависела как от величины урожайности, так и от рыночной цены на зерно (таблица 2). В 2018 г. в условиях региона цена зерна озимой пшеницы возросла по сравнению с 2017 г., что положительно сказалось на рентабельности производства. В 2017 г. при стоимости полученного урожая при применении жидкого органического удобрения поверхностно 21700 руб. и затратах 21891 руб./га экономический эффект был отрицательным – 191 руб./га. Внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения в этот год при стоимости урожая зерна 26600 руб. и затратах на внесение 22800 руб./га обеспечило получение 3800 руб./га чистого дохода и уровень рентабельности 16,7 %. В 2018 г. благодаря более высоким ценам на зерно, оба способа внесения жидкого органического удобрения были рентабельными, но преимущество внутрипочвенного внесения сохранилось.

Таблица – 2. Экономическая эффективность применения жидкого органического удобрения на озимой пшеницы.

Показатель	Поверхностное внесение		Внутрипочвенное внесение	
	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.
Урожайность, т/га	3,1	3,3	3,8	3,7
Стоимость урожая, руб.	21700	26400	26600	29600
Производственные затраты, руб./га	21891	21891	22800	22800
Себестоимость, руб./кг	7,1	6,6	6,0	6,2
Чистый доход, руб./га	-191	4509	3800	6800
Рентабельность, %	–	20,6	16,7	29,8

Поверхностное внесение жидкого органического удобрения обеспечило получение 4509 руб./га чистого дохода и уровень рентабельности 20,6 %. При внутрипочвенном внесении жидкого органического удобрения чистый доход составил 6800 руб./га, а уровень рентабельности 29,8 %. Расчеты показали, что внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения в 2017 г. обеспечило снижение себестоимости зерна с 7,1 до 6,0 руб./кг, а в 2018 г. с 6,6 до 6,2 руб./кг.

Таким образом, экономический анализ показал, что внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения по сравнению с поверхностным внесением обеспечивает получение более высокого чистого дохода, снижение себестоимости зерна и повышение рентабельности производства.

Заключение

В отличие от традиционной, представленная технология является инновационной в сфере защиты окружающей среды, повышения плодородия почвы и получения стабильной и качественной сельскохозяйственной продукции.

Преимуществом внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений перед поверхностным внесением в разлив является:

- 1) снижение потерь азота и влаги;
- 2) увеличение содержания гумуса в почве;
- 3) экологическая безопасность, отсутствие запаха и улучшение санитарных условий;
- 4) повышение урожайности на 15–30 % и рентабельности производства на 15–20 %.

СЕКЦИЯ 6 КРУГОВОРОТЫ БИОГЕНОВ, В ЧАСТНОСТИ УГЛЕРОДА И АЗОТА, В АГРОЛАНДШАФТАХ

УДК 631.811

АГРОХИМИЯ НЕЙТРАЛИЗОВАННОГО ФОСФОГИПСА В РИСОВОМ АГРОЛАНДШАФТЕ

Шеуджен Асхад Хазретович, академик РАН, доктор биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», **России**, г. Краснодар, *bondarevatatjna@mail.ru*

Бондарева Татьяна Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», **России**, г. Краснодар, *bondarevatatjna@mail.ru*

Хачмамук Пшимаф Нурбиевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», **России**, г. Краснодар, *bondarevatatjna@mail.ru*

Кизинек Сергей Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, ²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», **России**, г. Краснодар, *bondarevatatjna@mail.ru*

Галай Нелля Сальмановна, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», **России**, г. Краснодар, *bondarevatatjna@mail.ru*

Внесение нейтрализованного фосфогипса в сочетании с азотно-калийным удобрением уменьшает амплитуду колебаний значений pH почвенного раствора при смене ОВП, предотвращает обеднение ППК катионами Ca²⁺ и способствует удалению Na⁺. На протяжении всего периода вегетации риса в почве содержится больше аммонийного азота и подвижного фосфора в результате чего обеспеченность ими растений увеличивается по сравнению применением полного минерального удобрения на 5,7–42,9 и 13,3–89,0 %.

Ключевые слова: фосфогипс нейтрализованный; азот, фосфор, калий в почве, рис.

AGROCHEMISTRY OF NEUTRALIZED PHOSPHOGYPSUM IN RICE

Sheudzhen A. Kh., Bondareva T. N., Khachamamuk P. N., Kizinek S. V., Galay N. S.

Application of neutralized phosphogypsum in combination with nitrogen-potassium fertilizer reduces the amplitude of fluctuations in the pH values of the soil solution during growing season of rice when redox potential is changed, prevents absorbing complex from depletion of Ca²⁺ cations and promotes the removal of Na⁺. During the entire period of rice growing season, the soil contains more ammonium nitrogen and mobile phosphorus, as a result of which the provision of plants with them increases by 5.7–42.9 % and 13.3–89.0 % compared with the use of full mineral fertilizer.

Key words: neutralized phosphogypsum; nitrogen, phosphorus, potassium in soil, rice.

Побочным продуктом производства фосфорных удобрений является фосфогипс, который накапливается в огромных количествах, оказывая негативное воздействие на окружающую среду. В нем содержится более: 37 % кальция, 21 – серы, 2 – фосфора, 1 % кремния, в небольших количествах необходимые и незаменимые для жизнедеятельности растений макро-, мезо-, микро- и ультрамикроэлементы [2]. Исходя из этого, его можно считать как химическим мелиорантом, так и поликомпонентным удобрением, использование которого позволит компенсировать потери кальция из рисовых почв, решить проблему серного, кремниевого и частично фосфорного питания растений. В связи с этим изучалось влияние фосфогипса на почву и агроценоз.

Методика. Исследования проводили на луговой почве рисовой оросительной системы ФГУП РПЗ «Красноармейский» им. А. И. Майстренко» расположенного в Центральной агро-климатической зоне Краснодарского края. Фосфогипс нейтрализованный вносился на фоне $N_{120}K_{60}$ весной перед посевом с заделкой в почву на 6–8 см и осенью под основную обработку почвы. Площадь делянок 2500 м². Повторность вариантов в опыте 4-кратная. Агротехника – общепринятая для данной зоны в соответствии с рекомендациями ВНИИ риса.

Результаты и их обсуждение. Сезонная динамика активной кислотности почв рисовых полей определяется главным образом ее окислительно-восстановительным состоянием, составом ППК, применяемыми удобрениями и жизнедеятельностью растений. Затопление вызывает развитие в почве восстановительных процессов и отличную от богары трансформацию минеральных соединений и изменение реакции почвенного раствора. Под влиянием насыщения почвы водой происходит резкое снижение кислотности в первую неделю затопления, затем, к концу залива, она повышается и после просушки почвы возвращается к первоначальному уровню. В щелочных почвах часто наблюдается иная картина: при развитии восстановительных процессов и влияния растений риса рН почвы снижается. Как правило, под влиянием продолжительной культуры риса наблюдается общая тенденция к снижению кислотности почвы [1, 3].

Луговая почва опытного участка слабокислая. После затопления кислотность удобренной почвы несколько увеличивается, но во второй половине вегетации снижается до слабощелочной. Внесение фосфогипса существенного влияния на динамику рН почвенного раствора не оказывает (таблица 1). Под его воздействием повышается буферность почвы, вследствие чего к фазе выхода в трубку рН почвенного раствора снижается в меньшей мере, чем при внесении только минеральных удобрений. При осеннем применении фосфогипса подкисление происходит в меньшей степени, чем весеннем. После сброса воды и уборки урожая отмечено подщелачивание почвы. В наибольшей степени это относится к почвам, в которые вносились только минеральные удобрения и высокие нормы фосфогипса, а также при осеннем внесении последнего. Однако по мере нарастания окислительных процессов и увеличения ОВП почвы реакция почвенного раствора возвращается к исходному своему состоянию, о чем свидетельствует рН почвы весной после осеннего внесения фосфогипса.

Таблица 1 – Динамика рН почвенного раствора при внесении фосфогипса

Вариант	До посева	Выход в трубку	После уборки
$N_0P_0K_0$	6,79	6,25	6,55
$N_{120}P_{80}K_{60}$ – контроль	6,79	6,30	7,87
$N_{120}K_{60}$ + ФГ, 2 т/га весной	6,79	6,48	6,82
$N_{120}K_{60}$ + ФГ, 4 т/га весной	6,79	6,48	6,92
$N_{120}K_{60}$ + ФГ, 6 т/га весной	6,79	6,07	7,31
$N_{120}K_{60}$ + ФГ, 2 т/га осенью	6,63	6,60	7,07
$N_{120}K_{60}$ + ФГ, 4 т/га осенью	6,67	6,43	7,47
$N_{120}K_{60}$ + ФГ, 6 т/га осенью	6,72	6,80	7,98

Во все годы исследований отмечено влияние фосфогипса нейтрализованного на количественный состав поглощенных катионов. Отмечена тенденция к увеличению по окончании вегетации риса в почвенном поглощающем комплексе количества катионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ и сокращению Na^+ по сравнению с их исходным содержанием.

Таким образом, подтверждена мелиорирующая роль фосфогипса нейтрализованного. Даже при использовании в качестве поликомпонентного удобрения он предотвращает обеднение ППК катионами кальция и способствует удалению из него катионов натрия.

Питательный режим почвы. Внесение минеральных удобрений и фосфогипса, не изменяя общей направленности трансформации элементов минерального питания, вносит определенные коррективы в эти процессы.

Азот. При внесении фосфогипса осенью количество аммонийного азота в почве весной перед посевом увеличивалось на 3,5–24,1 % (таблица 2). В фазе выхода в трубку растений риса, отличия от варианта внесения полного минерального удобрения ($N_{18+55,2+46}P_{80}K_{60}$) становятся еще

более значительными – 5,7–42,9 % и даже после уборки риса составляют 2–18 %. Аналогичным образом на динамику содержания аммонийного азота в почве под рисом влиял фосфогипс, внесенный весной перед посевом: обеспеченность растений доступным азотом повышалась на 21,4–42,9 %. Фосфогипс не содержит значительного количества азота, поэтому его воздействие на динамику и содержание обменного аммония обусловлено влиянием на трансформацию соединений этого элемента в почве. Одним из механизмов такого воздействия может быть изменение физико-химических свойств почвы.

Таблица 2 – Содержание в рисовой луговой почве биогенных элементов при внесении фосфогипса нейтрализованного, мг/100 г

Вариант	До посева			Выход в трубку			После уборки		
	NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₀ P ₀ K ₀	0,29	5,52	7,94	0,59	6,15	8,04	0,49	5,36	7,82
N _{18+55,2+46} P ₈₀ K ₆₀ – контроль	0,29	5,52	7,94	0,70	9,56	8,00	0,50	5,43	8,01
N _{18+55,2+46} K ₆₀ + ФГ, 2 т/га весной	0,29	5,52	7,94	0,85	9,64	7,72	0,52	6,15	7,74
N _{18+55,2+46} K ₆₀ + ФГ, 4 т/га весной	0,29	5,52	7,94	0,94	9,92	7,91	0,53	9,46	7,89
N _{18+55,2+46} K ₆₀ + ФГ, 6 т/га весной	0,29	5,52	7,94	1,00	10,34	7,98	0,54	10,26	7,99
N _{18+55,2+46} K ₆₀ + ФГ, 2 т/га осенью	0,30	5,91	7,85	0,74	10,60	7,90	0,51	10,24	7,92
N _{18+55,2+46} K ₆₀ + ФГ, 4 т/га осенью	0,33	6,04	8,45	1,00	10,72	8,22	0,59	10,31	8,00
N _{18+55,2+46} K ₆₀ + ФГ, 6 т/га осенью	0,36	6,08	8,65	1,00	11,15	8,54	0,53	10,77	8,40
НСР ₀₅	0,04	0,37	0,50	0,16	0,35	0,46	0,02	0,52	0,55

Фосфор. Степень влияния фосфогипса на содержание подвижного фосфора в почве под рисом обуславливается дозой и сроком внесения. С 1 т фосфогипса в почву поступает 20 кг P₂O₅. При предпосевном внесении 4 и 6 т/га фосфогипса его количество к фазе выхода в трубку растений риса превышало таковое при внесении аммофоса из расчета P₈₀ на 3,8 и 8,2 %, а при 2 т/га – были эквивалентны ему. По завершении вегетационного периода содержание подвижного фосфора в почве, в которую вносился фосфогипс, было на 13,3–89,0 % больше, чем там, где он не применялся. Это указывает на возможность использования его последствий. Аналогичным образом изменялось содержание в почве подвижного фосфора при внесении фосфогипса осенью. Уже перед посевом риса его содержание превышало естественное на 7,0–10,0 %. Воздействие фосфогипса на содержание подвижного фосфора в почве обусловлено не только дополнительным поступлением, но и воздействием на трансформацию его соединений.

Калий. Влияние фосфогипса на содержание в почве подвижного калия менее выражено, чем фосфора, и отмечалось только в первой половине вегетации риса. Лучшие условия для роста и развития растений риса складываются при внесении фосфогипса осенью в количестве 4 т/га на фоне N_{18+55,2+46}K₆₀.

Урожайность. Эффективность фосфогипса нейтрализованного зависит от срока его применения. При внесении осенью прибавка урожая составила 6,0–12,6 %, а весной была значительно меньше (таблица 3). Следовательно, замена фосфорного удобрения фосфогипсом оправдана.

Таблица 3 – Урожайность риса при внесении фосфогипса нейтрализованного

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средняя	т/га	%
N ₀ P ₀ K ₀	5,37	4,75	5,27	5,13	–2,45	–32,3
N _{18+55,2+46} P ₈₀ K ₆₀ – контроль	7,77	7,12	7,85	7,58	–	–
N _{18+55,2+46} K ₆₀ + ФГ, 4 т/га весной	7,68	7,49	7,90	7,69	0,11	1,5
N _{18+55,2+46} K ₆₀ + ФГ, 4 т/га осенью	8,75	7,55	8,79	8,21	0,63	8,3
НСР ₀₅	0,32	0,30	0,29	–	–	–

Таким образом, фосфогипс нейтрализованный – отход производства фосфорной кислоты, может быть использован в качестве поликомпонентного удобрения, заменив в системе удобрения культуры фосфорное. Его эффективность обусловлена не только входящими в состав элементами минерального питания, но и оказываемым на почву мелиорирующим воз-

действием, обеспечивающим оптимальные условия для их трансформации. Использование фосфогипса в сельском хозяйстве в значительной мере решает три проблемы – безотходного производства фосфорной кислоты, предотвращения обеднения ППК почвы катионами Ca^{2+} , оптимизации минерального питания растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неунылов Б. А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока / Б. А. Неунылов. – Владивосток : Приморское кн. изд-во, 1961. – 239 с.
2. Теория и практика применения фосфогипса нейтрализованного в рисоводстве : методические рекомендации / А. Н. Корбка, С. В. Гаркуша, А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. – Краснодар : ВНИИ риса, 2016. – 40 с.
3. Шеуджен А. Х. Агрохимия и физиология питания риса / А. Х. Шеуджен. – Майкоп : ГУРИПП «Адыгея», 2004. — 1012 с.

УДК 633.18: 631.423

СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА И АЗОТА В ПОЧВАХ РИСОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

Гуторова Оксана Александровна, кандидат биологических наук, ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт риса", ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, oksana.gutorova@mail.ru

Шеуджен Асхад Хазретович, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт риса", Россия, г. Краснодар, ashad.sheudzhen@mail.ru

Общее содержание углерода и азота в почвах рисовых агроландшафтов зависит от сельскохозяйственного их использования. Отношение C : N с 6,2–7,8 на богаре и залежи увеличивается до 8,4–9,7 в условиях рисового севооборота и до 15,0 при бессменном возделывании риса в течение 80 лет.

Ключевые слова: почвы рисовых агроландшафтов, углерод, азот, рисовый севооборот, бессменная культура риса, залежь, богара.

CONTENT OF CARBON AND NITROGEN IN SOILS OF RICE AGROLANDSCAPES

Gutorova O. A., Sheudzhen A. Kh.

The total carbon and nitrogen content in the soils of rice agrolandscapes depends on their agricultural use. The C : N ratio from 6,2–7,8 to Bogar and deposits increases to 8,4–9,7 under conditions of rice crop rotation and to 15,0 with permanent rice cultivation for 80 years.

Keywords: soil of rice agrolandscapes, carbon, nitrogen, rice crop rotation, permanent rice culture, deposit, rain-fed.

Общее содержание в почве углерода и азота является важным показателем ее плодородия. Отношение C : N характеризует содержание азота в гумусе, т. е. указывает на обогащенность гумуса азотом. Этот показатель дает суммарную характеристику, но не позволяет судить о формах азотсодержащих компонентов. В частности, на эту величину могут влиять как белковые компоненты микроорганизмов, так и фиксированный минералами аммонийный азот. Однако характер изменения величины C : N в процессе гумификации однозначен, и помимо резервов азота может характеризовать и степень гумификации органического вещества [3].

Специфические условия возделывания риса, связанные с затоплением рисовых полей в течение нескольких месяцев, оказывают непосредственное влияние на процессы гумифика-

ции [1]. Под влиянием восстановительных условий процесс гумификации сдвигается в сторону образования фульвокислот. Уменьшается как общее содержание гуминовых кислот, так и количество гуминовых кислот, связанных с кальцием, а именно теряется наиболее активная часть гумуса. При этом увеличиваются группы прочносвязанных гумусовых кислот и гумина, т. е. гумуса малоактивного [2].

Цель работы – определить общее содержание углерода и азота в почвах рисовых агроландшафтов при разном сельскохозяйственном их использовании.

Исследования проведены в ФГУ ЭСП "Красное" Красноармейского района Краснодарского края на следующих угодьях:

1. Лугово-черноземная почва, вовлеченная в рисовый севооборот с 1937 г.
2. Лугово-болотная почва, используемая в рисовом севообороте с 1937 г.
3. Лугово-черноземная почва бессменного посева риса с 1937 г.
4. Лугово-черноземная почва, выведенная из рисового севооборота под богарные культуры с 2007 г.
5. Лугово-черноземная почва участка богары, находящегося вблизи оросительной системы.
6. Лугово-черноземная почва участка залежи, расположенного на оросительной системе с момента ее эксплуатации с 1937 г.

Богара и залежь в рисовый севооборот никогда не вовлекались.

В образцах, отобранных из пахотных горизонтов почвенных разрезов, определяли содержание общего углерода по Тюрину со спектрофотометрическим окончанием по Орлову – Гриндель, общего азота – путем сжигания в токе кислорода на приборе Vario EL III (Elementar, Германия), легкоокисляемое водорастворимое органическое вещество – в водной вытяжке при соотношении почвы и воды 1 : 5 по Кубелю-Тиманну [3].

Результаты исследования показали, что наибольшее содержание углерода и азота отмечено в почве участков богары и залежи. В пахотном слое богары общего азота содержится 0,310 % при отношении С : N 7,8; в 0–30 см слое залежи – 0,438 % при С : N 6,2. В пахотных горизонтах почв рисовых полей содержание общего азота снижается на 0,077–0,105 % по сравнению с богарой и на 0,200–0,228 % по сравнению с залежью. При этом наблюдается уменьшение доли этого элемента в составе почвенного гумуса, в результате отношение С : N расширилось до 8,4–9,7. Общее содержание углерода и азота в почвах рисовых агроландшафтов в зависимости от их сельскохозяйственного использования представлено на рисунке.

В лугово-болотной почве, вовлеченной в рисовый севооборот, содержание углерода и азота несколько больше, чем в лугово-черноземной, что связано в последней с лучшими условиями аэрации, способствующими более интенсивной минерализации растительных остатков. Содержание общего азота в пахотном горизонте лугово-черноземной почвы варьирует в диапазоне 0,174–0,236 %, несколько уже диапазон в лугово-болотной почве – 0,219–0,238 %. В зависимости от предшествующей культуры рисового севооборота отношение углерода к азоту изменяется по-разному. В лугово-черноземной почве С : N варьирует от 8,4 до 9,6, практически не отличается этим диапазоном и лугово-болотная почва (9,0–9,7). В условиях бессменного возделывания риса это отношение увеличивается до 15, а содержание углерода и азота в лугово-черноземной почве на 0,65 и 0,122 % соответственно меньше, чем в почве полей рисового севооборота. По сравнению с залежью их количество снизилось на 1,42 и 0,349 % соответственно.

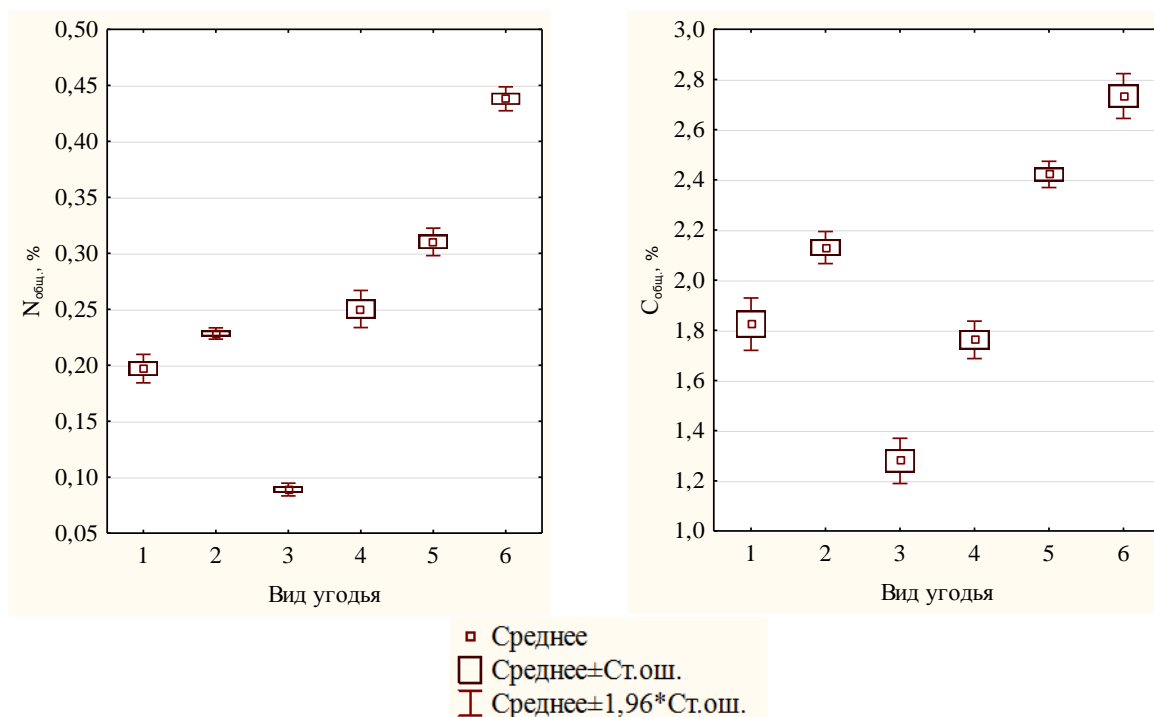


Рисунок – Варьирование показателей общего содержания углерода и азота в почвах рисовых агроландшафтов

Диапазон содержания легкоокисляемого водорастворимого органического вещества в почвах рисовых полей зависит от предшественника риса – 0,00218–0,00469 %. При этом его содержание в лугово-болотной почве меньше на 0,00101–0,00166 % С, чем в лугово-черноземной. В условиях бесменного возделывания риса содержание водорастворимого гумуса в почве не превышает 0,00190 % С.

Выведение лугово-черноземной почвы из рисового севооборота в суходольный клин не способствовало значительному повышению органического вещества. В благоприятных условиях водно-воздушного режима увеличиваются процессы минерализации растительных остатков, поэтому значительного повышения гумуса не наблюдалось. В то же время улучшился азотный режим почвы, где отношение С : N составило 7,0.

Таким образом, общее содержание углерода и азота в почвах рисовых агроландшафтов зависит от сельскохозяйственного их использования. Отношение С: N с 6,2–7,8 на богаре и залежи увеличивается до 8,4–9,7 в условиях рисового севооборота и до 15,0 при бесменном возделывании риса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуторова О. А. Современное состояние плодородия почв рисовых агроландшафтов Кубани / О. А. Гуторова, А. Х. Шеуджен // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (73). – С. 80–84.
2. Николаева С. А. Устойчивость почв дельтовых экосистем в условиях интенсивного орошения (для целей рисосеяния) / С. А. Николаева // Почвоведение. – 1995. – № 10. – С. 1226–1232.
3. Орлова Н. Е. Методы изучения содержания и состава гумуса / Н. Е. Орлова, Л. Г. Бакина, Е. Е. Орлова. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2007. – 145 с.

КРУГОВОРОТ БИОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРТШТЕЙНАХ АГРОСЕРЫХ ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ*

Ковалев Иван Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», *Россия*, г. Москва, kovalevmsu@mail.ru

Ковалева Наталия Олеговна, доктор биологических наук, заведующий лабораторией экологического почвоведения, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», *Россия*, г. Москва, natalia_kovaleva@mail.ru

На примере агросерых почв показано, что железисто-марганцевые конкреции аккумулируют углерод, азот, фосфор, серу, а также лигнин, изымая их из биологического круговорота. Осушение агросерых почв вызывает трансформацию органического вещества ортштейнов. Происходит высвобождение биофильных элементов из конкреций, особенно в крупных фракциях.

Ключевые слова: агросерые почвы, биофильные элементы, трансформация конкреций.

CIRCULATION OF BIOFIL ELEMENTS IN ORTSHTEINA AGROSERY SEMIHYDROMORPHIC SOILS *

Kovalev I. V., Kovaleva N. O.

It was shown on the example of agro-gray soils that ferro-manganese nodules accumulate carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, and also lignin, exempting them from the biological cycle. The drainage of agro-gray soils causes the transformation of the organic matter of the ortsteins. There is a release of biophilic elements from nodules, especially in large fractions.

Keywords: agro-gray soils, biophilic elements, nodule transformation.

Введение. Аккумуляция и консервация почвами лигнина и биофильных элементов (углерода, азота, фосфора и серы), как звено биологического круговорота веществ, обеспечивает устойчивость биogeоценозов и биосферы в целом. Высвобождение некоторых органических соединений и биофильных элементов из биогеохимического круговорота осуществляется различными путями, в том числе и путем конкрециеобразования. Генезису ортштейнов посвящена обширная литература, в которых обсуждается два типа механизмов ортштейнообразования: 1) хемогенный и 2) прямой или опосредованный биогенный. Предпочтение отдается биогенному пути образования конкреций. Но исследования, содержащие данные о качественном и количественном составе органических компонентов, и в частности лигнина, а также биофильных элементов (C, N, P, S) в конкреционных новообразованиях при неизменном водном режиме, а также в условиях изменения естественного увлажнения, отсутствуют [1, 2].

Объект и методы. Объектом исследования послужили почвы Коломенского ополья (Ступинский район, Московская обл.): агросерая глубокооглеенная и глееватая неосушенная и осушенная. Все исследованные почвы сформированы на близких или тождественных по гранулометрическому составу породах – крупнопылевато-иловатом покровном суглинке. Для определения содержания и химического состава ортштейнов в первой декаде августа отбирали смешанные образцы почвы весом около 2 кг из слоя 0–10 см. Для смешанного образца отбирали мелкозем из 30 точек пробоотбора в трех повторностях в 1989–1992 гг. и в шести повторностях – в 1994–2018 гг. На осушенных агросерых глееватых почвах отбор проб осуществлялся по линии междурядного расстояния. Выделенные из почвы, отмытые дистиллированной водой и высушенные на воздухе конкреции отделяли от скелетных включений под лупой. Фракционирование ортштейнов осуществлялось через сита диаметром 1, 2 и 3 мм.

Основные методы. Определение валового содержания железа, марганца, кальция в конкрециях и почве выполнялось по методикам, приведенным в руководстве по химическому анализу почв. Определение углерода, азота, серы выполнено на элементном CNS-анализаторе (VARIO EL, Elementar GmbH, Hanau). Определение лигнина выполнено методом мягкого

щелочного гидролиза органического вещества почв оксидом меди в азотной среде с последующим использованием хроматографии тонкого слоя и газового хроматографического разделения [1]. Спектры ^{31}P -ЯМР и ^{13}C -ЯМР препаратов гуминовых кислот регистрировали на импульсном ЯМР-спектрометре Bruker AM 500 с частотой 25,18 МГц. Изотопный состав углерода был измерен на масс-спектрометре Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS и элементном анализаторе Thermo Flash1112. Исследования приурочены к фиксированным точкам наблюдений и проведены одними и теми же методами в разные годы обеспеченности осадками на протяжении 30 лет, начиная с 1988 г.

Результаты. Данные по количеству ортштейнов, по распределению содержания железа, марганца, углерода, азота, серы, фосфора в ортштейнах почв с естественным водным режимом имеют близкие или тождественные значения независимо от обеспеченности года осадками и позволяют достоверно диагностировать степень заболоченности серых лесных почв даже на уровне видовых различий (глубокооглеенные, глееватые почвы). Установлено, что в железисто-марганцевых ортштейнах накопление биофильных элементов на начальных стадиях конкрециеобразования свидетельствует о биогенном генезисе железисто-марганцевых конкреций наряду с хемогенным фактором (численность бактерий в ортштейнах составляет до 0,37 млрд. клеток в 1 г почвы, а длина грибного мицелия – до 120,0 м/г почвы).

Таблица 1 – Валовый химический состав (%) ортштейнов пахотного горизонта (в расчете на прокаленную навеску) и коэффициент концентрирования элемента* (%) в ортштейнах (по фракциям: 1–2, 2–3, 3–5 мм) агросерых оглеенных почв в естественном состоянии и под влиянием дренажа, n = 3

Почва (агро- серая)	Fe_2O_3 , % K_{Fe}^*			С, % K_{C}^*			P_2O_5 , % K_{P}^*			N, % K_{N}^*			VSC, мг/г С K_{VSC}^*		
	1-2	2-3	3-5	1-2	2-3	3-5	1-2	2-3	3-5	1-2	2-3	3-5	1-2	2-3	3-5
Глубоко- оглеенная	16,76 5,4	18,22 5,8	-**	0,99 0,88	0,91 0,80	-**				0,10 0,75	0,09 0,66	-**	1,29 0,12	1,18 0,11	-**
Глееватая (контроль)	20,53 4,7	20,46 4,7	17,78 4,0	1,71 0,89	1,70 0,88	1,58 0,82	0,26 1,5	0,20 1,2	0,26 1,5	0,15 0,80	0,15 0,80	0,14 0,78	1,34 0,11	1,41 0,12	1,12 0,09
Глееватая, осушенная	18,72 4,3	20,14 4,6	18,00 4,6	1,46 0,77	1,33 0,65	1,23 0,52	0,28 1,6	0,27 1,5	0,20 1,4	0,12 0,52	0,11 0,49	0,12 0,52	1,85 0,12	1,54 0,10	0,98 0,06

** – конкреции фракции >3 мм в почве единичны

Содержание органического вещества в конкрециях в целом в 1,5 раза ниже, чем в мелкозем гидроморфной и автоморфной почвы (таблица 1). Во всех исследованных разностях почв коэффициенты концентрирования углерода и азота меньше 1 (K_{C} – коэффициент концентрирования – отношение абсолютного содержания элемента в конкреции к его содержанию в горизонте). Факт уменьшения величин коэффициентов концентрирования для углерода в конкрециях почв можно считать едоказательством подчиненной роли биогенного фактора в формировании конкреций.

Таблица – 2 – Процентное соотношение биофильных элементов в ортштейнах агросерых оглеенных почв

Светло – серая почва	C:N:S		
	Фракции ортштейнов, мм		
	1–2	2–3	3–5
Глееватая (гидроморфная)	39 : 3 : 1	23 : 2 : 1	20 : 2 : 1
Глубокооглеенная («автоморфная»)	30 : 2 : 1	29 : 2 : 1	—*

* _____ ортштейны отсутствуют или единичны

Величины C : N : S подтверждают микробный генезис серы в ортштейнах (таблица 2). Это сера органических сульфатов, содержащих COS – звенья, фенолятов, сульфатированных полисахаридов, цистеина, аминокислот. Учитывая процентное соотношение, можно заключить, что сера в ортштейнах преимущественно микробиологического происхождения. С увеличением степени гидроморфизма в конкрециях уменьшается количество бактерий, и как следствие, уменьшается и содержание серы [2]. С помощью ^{31}P -ЯМР-спектроскопии выявлена обратная зависимость в содержании моноэфиров (в два раза) и диэфиров (в 10 раз) в аг-

росерых глееватых почвах и Fe-Mn ортштейнах, обусловленной разными механизмами стабилизации устойчивых и лабильных фосфорсодержащих соединений: а) сорбции на поверхности минеральной фазы, в частности, оксидами железа, марганца; б) микробным метаболизмом. В ортштейнах обнаружено 3 % фосфолипидов и тейхоевых кислот типа сахарофосфатов микробного происхождения. Высокая доля минерального ортофосфата в ортштейнах (до 19 %) свидетельствует о наличии хемосорбированного ортофосфата-иона в составе органоминеральных фосфат-металл-гумусовых комплексных соединений [3]. С помощью ^{13}C ЯМР-спектроскопии показано, что молекулы гуминовых кислот железисто-марганцевых конкреций имеют в два раза большую ароматичность и менее развитую алифатическую часть. Количество карбоксильных структур в гуминовых кислотах ортштейнов в два раза выше, чем в гумусе почв. В конкрециях всех фракций автоморфных и гидроморфных почв содержится лигнин высших растений (таблица 1). В ортштейнах почв по сравнению с мелкоземом содержание суммарного количества продуктов окисления лигнина уменьшается в 10 раз, но происходит и увеличение количества кислот над альдегидами. Процент измененности боковых цепочек лигнина в конкрециях по отношению к лигнину в исходных растительных тканях уменьшается в 6 раз [2]. Изотопный состав конкреций агросерых оглеенных почв с естественным водным режимом и осушенных разными видами дренажа (30 лет последнего действия) отражает современный тип растительности, сформировавшийся в гумидных условиях среды. В конкрециях почв с естественным увлажнением (контроль) наименьшие значения $\delta^{13}\text{C}$ в мелких фракциях по сравнению с повышенными значениями в крупных фракциях ортштейнов свидетельствуют о непрекращающемся процессе конкрециеобразования.

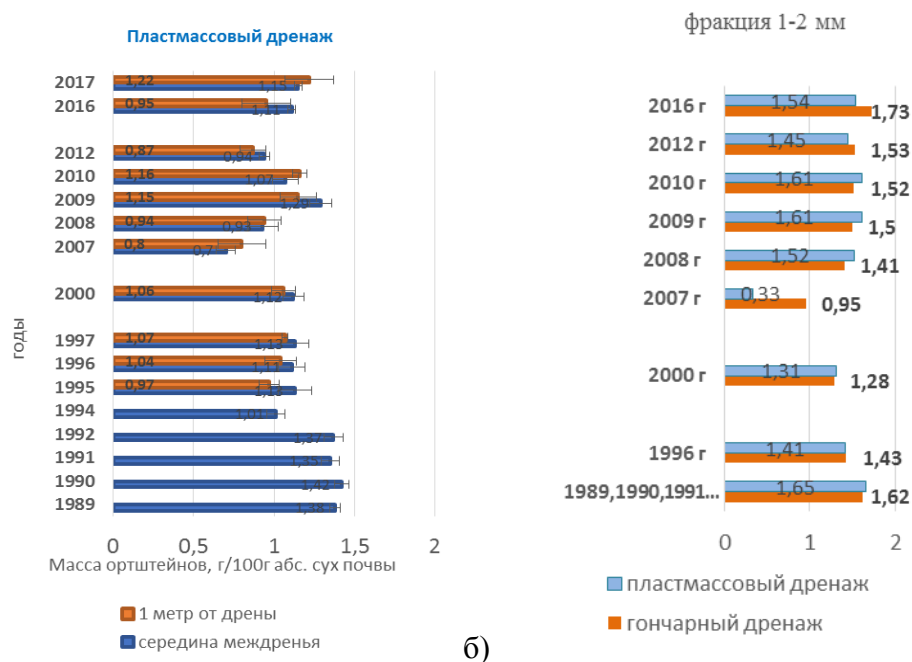


Рисунок 1 – а) График многолетней динамики массы ортштейнов (г/100 г абс. сух. почвы) в светло-серой глееватой почве; б) Многолетняя динамика С, % в ортштейнах по фракциям (1–2 мм) в светло-серой глееватой почве, осушенной разными видами дренажа.

Осушение почв (30-летний период действия дренажной системы) с переменным ОВ-режимом способствует замыканию биогеохимических циклов, высвобождая элементы из новообразований по мере деградации последних на примере разрушительной трансформации соединений железа, марганца, углерода, азота, серы, фосфора, молекул гуминовых кислот и лигнина и по отношению к первым годам (1989–1992 гг.) последействия пластмассового и гончарного дренажа (рисунки 1, 2).

Показано изменение содержания суммарного количества продуктов окисления лигнина и перераспределение кислот и альдегидов в конкрециях (рисунок 2), снижение в два раза минерального ортофосфата и увеличение диэфиров в 3 раза (ярко выражено в крупных фракциях по сравнению с мелкими), увеличение количества бактерий с увеличением размера

фракций, особенно в средних, уменьшение ароматичности гуминовых кислот конкреций в осушенных почвах при одновременном увеличении объема периферической части молекул, увеличение значений магнитной восприимчивости.

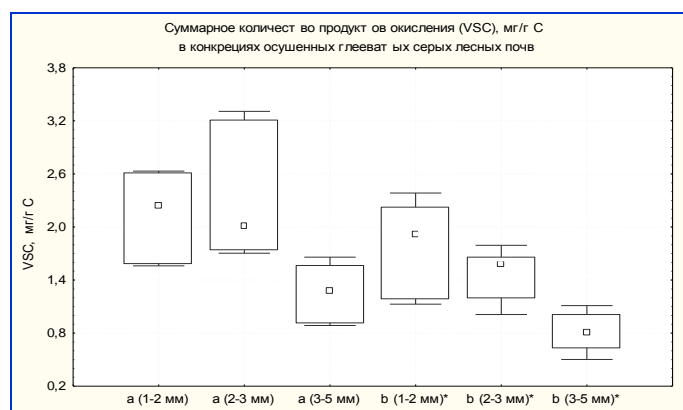


Рисунок 2 – Квантильное распределение продуктов окисления лигнина (VSC), мг/г Сорг. в Fe-Mn конкрециях светло-серых глееватых осушенных почв. Почвы: а – осушенные в 1989–92 гг.; б – осушенные в 1999–2000 гг. Фракции ортштейнов: 1–2 мм; 2–3 мм; 3–5 мм. *----- статистически значимое уменьшение продуктов окисления лигнина (VSC, мг/г Сорг.), ($p < 0,05$)

В осушенных вариантах изотопный состав ($\delta^{13}\text{C}$) конкреций показал обратную картину по сравнению с неосушенными почвами, что подтверждает наш вывод о трансформации, особенно крупной фракции ортштейнов. Расчеты запасов биофильных элементов в ортштейнах почв начальных стадий заболачивания (таблица 3) позволяют изменить мнение о малой роли конкрециеобразования в накоплении биофильных элементов, что дает основание учитывать их при построении моделей по стоку.

Таблица 3 – Запасы ортштейнов и веществ в ортштейнах в слое почвы (0–20 см), т/га

Агросерая почва	Запасы, т/га							
	Ортштейнов	Fe	Mn	N	S	P	C ортштейн.	C почвы
Глубокоглеенная	8,2	0,5	2,9	0,01	0,005	-	0,15	30,5
Глееватая	62,6	2,8	29,6	0,09	0,06	1,21	1,09	53,0

Итак, железисто-марганцевые конкреции аккумулируют и биофильные элементы, а также лигнин, изымая их из биологического круговорота. Осушение почв способствует высвобождению элементов из новообразований по мере деградации последних и глубокой разрушительной трансформации и таких устойчивых соединений, как лигнин, в ортштейнах, особенно в крупных фракциях. По содержанию углерода в конкрециях можно проводить количественную диагностику степени гидроморфизма почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев И. В. Марганцево-железистые конкреции и их роль в стабилизации лигнина и биофильных элементов / И. В. Ковалев // Роль почв в биосфере. Тр. Ин-та экологического почвоведения МГУ им. М. В. Ломоносова. – Вып. 14. – М.: МАКС Пресс, 2014. – С. 134–156.
2. Ковалев И. В. Биохимия лигнина в почвах: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / И. В. Ковалев. – М., 2016. – 50 с.
3. Ковалев И. В. Органофосфаты в почвах периодического переувлажнения (по данным ^{31}P ЯМР-спектроскопии) / И. В. Ковалев, Н. О. Ковалева // Почвоведение. – 2011. – № 1. – С. 24–30.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-14-01120 «Почвенные биомаркеры в диагностике глобальных изменений климата и предотвращении региональных экологических кризисов».

СЕВООБОРОТ КАК ВАЖНЫЙ СПОСОБ ПРИ ПОВЫШЕНИИ БИОГЕННОСТИ ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ ПОЛУЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЫ

Оруджева Наиля Идаят кызы, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Институт Почвоведения и Агротехники НАН Азербайджана, Азербайджан, г. Баку, *naila.56@mail.ru*

Были проведены многолетние исследования динамики биогенности орошаемых аллювиальных лугово-лесных почв. Результаты анализов показали, что в аллювиальных лугово-лесных почвах наблюдалась наибольшая численность организмов, использующих в пищу органический азот. Под бессменными культурами количество микроорганизмов было меньше, а коэффициент минерализации – больше, чем в севообороте.

Ключевые слова: орошаемые аллювиально-лугово-лесные почвы, биогенность, севооборот.

CROP ROTATION IS IMPORTANT METHOD FOR INCREASING BIOGENICITY OF SOILS IN AGROLANDSHAFTS HALF-DRY AREA

Orujova N. H.

Was studied results of a long term of the dynamics biogenicity in irrigated alluvial meadow-forest soils. The results of the analyzes showed that the maximum population density of microorganisms consuming organic nitrogen is characteristic of irrigated alluvial meadow-forest soils. The population density of microorganisms is lower and the mineralization coefficient is higher in the soils under continuous crops as compared with the analogous soils under the crop rotation system.

Keywords: irrigated alluvial-meadow-forest soils, biogenicity, crop rotation, permanent.

Одним из условия сохранения и дальнейшего повышения плодородия орошаемых почв является постоянное совершенствование агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур, среди которых огромное значение для каждой почвенно-климатической зоны имеет построение научно обоснованных систем чередования культур в полевых севооборотах. Севообороты оказывают многогранное влияние на сложные биохимические процессы, протекающие в почве, и на взаимоотношения культурных растений. Чередование культур в севообороте, особенно когда в севооборот включается звено многолетних трав и бобовых культур, в лучшую сторону изменяет свойства почвы. Практическая ценность люцерны не ограничивается только кормовыми достоинствами – она обогащает почву азотом, является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур, уменьшает действие водной и ветровой эрозии [1, 6].

Целью исследований является изучение биогенности в агроландшафтах полусухой зоны.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являются орошаемые аллювиальные лугово-лесные почвы (in WRB – Irragic Mollic Luvisols) полусухой субтропиков. Для аллювиальных лугово-лесных орошаемых почв характерен полноформенный, мощный (40–60 см) гумусированный окультуренный слой с комковатой структурой, содержание гумуса составляет 3,0–3,5 %, запас гумуса 170–190 т/га, к низу по профилю постепенно уменьшается, реакция почвенной среды – слабощелочная (рН 7,8–8,1), соотношение С : N – 8–10, С_{г.к.} : С_{ф.к.} – 0,9–1,4, почва незасоленная. Карбонатность наблюдается по всему профилю: гор. А – 12–13 %, гор. В – 13–17 %, емкость обмена – 12–22 мг/экв на 100 г почвы, Са : Mg – 2,5–3,0.

В орошаемых аллювиальных лугово-лесных почвах в 6-польном овоще-кормовом севообороте возделывали следующие культуры: 1) люцерна 1-го года пользования + ячмень (N₃₀P₉₀K₆₀); 2) люцерна 2-го года пользования (P₉₀K₆₀); 3) репчатый лук (N₉₀P₁₂₀K₁₂₀); 4) огурцы (N₁₂₀P₉₀K₉₀); 5) белокочанная капуста (N₉₀P₁₂₀K₉₀); 6) зеленая трава (N₆₀P₉₀K₆₀) + томат (N₁₅₀P₉₀K₆₀). Для сравнения бессменно возделывали (контроль) – томат, репчатый лук, огурцы, белокочанная капуста.

Количественный учет микроорганизмов проводили методом посева на стандартных питательных средах в соответствии с методикой: на мясо-пептонном агаре (МПА) учитывали

общее количество бактерий, использующих органический азот, на крахмало-аммиачном агаре (КАА) – численность бактерий, утилизирующих минеральные формы азота, на среде Чапека – почвенные микроскопические грибы. Далее подсчитывали общее число колоний, выросших на данной среде и определяли общую численность микроорганизмов определенной физиологической группы. Все наблюдения проводили в пахотном (в слое 0–25 см) и подпахотном (в слое 25–50 см) горизонтах. Посев проводили в трехкратной повторности. Полученные данные подвергались математико-статистической обработке на 95 %-ом уровне значимости по общепринятой методике.

Результаты и их обсуждение. Ризосфера каждого растения – система динамичная, микроорганизмы во многом определяют почвенное плодородие [2, 4, 7]. От них зависит питание растений минеральными веществами, продуктивность сельскохозяйственных культур. Нами было изучено количество микроорганизмов в динамике в севообороте и при бессменном выращивании овощных культур. Результаты исследования показали, что происходят значительные колебания численности микроорганизмов под возделываемыми культурами.

В орошаемых аллювиальных лугово-лесных почвах среди изученных вариантов люцерна отличалась наиболее высокой биогенностью, так как в варианте люцерна 1-го года пользования + ячмень и люцерна 2-го года пользования колебания общей численности микроорганизмов в пахотном слое составили 3529–4702, бактерий – 2827–4205 тыс. КОЕ/г сухой почвы. В варианте люцерна+ячмень сравнительно с люцерной 2-го года пользования количество микроорганизмов в пахотном горизонте было меньше на 10 %, а в подпахотном – на 16 % (таблица).

Несмотря на то, что растительные остатки после репчатого лука поступают в почву в малом количестве, активность микрофлоры сохранялась на достаточно высоком уровне благодаря последствию люцерны. В весенне-осенние периоды общая численность микроорганизмов колебалась в пределах 3152–3725. Количество микроорганизмов в подпахотном горизонте было на 40,9 % меньше, чем в пахотном. При бессменном выращивании репчатого лука количество микроорганизмов по сравнению с севооборотом уменьшалось за годы исследований и колебалось в слое 0–50 см в пределах 1262–2373 тыс. КОЕ/г сухой почвы.

Под огурцами общее количество микроорганизмов за годы исследований в пахотном горизонте (AI_a^I) изменялось в интервале 2865–3577, а в подпахотном – 2004–2547 тыс./г, а при бессменном культивировании – соответственно 2811–3304 и 1786–2028 тыс./га почвы, и численность микроорганизмов была на 10 % меньше, чем под огурцами, выращиваемыми в севообороте. Под белокочанной капустой в весенне-осенние периоды количество микроорганизмов в слое 0–25 см (AI_a^I) колебалось в пределах 3228–3906, в подпахотном (AI_a^I) – 1812–2484 тыс. КОЕ/г почвы. В севообороте из общей численности микроорганизмов на долю бактерий приходилось 80,2 %, спорообразующих бактерий – 3,5, актиномицетов – 15,3, микроскопических грибов – 1,1 %, а при бессменном – соответственно 75,6, 4,3, 19,3 и 0,8 %.

В варианте зеленая трава + томаты количество микроорганизмов в пахотном горизонте было выше на 32,0 % (1169 тыс. КОЕ/г почвы) по сравнению с подпахотным горизонтом. При бессменном выращивании томата активность микрофлоры была меньше по сравнению с севооборотом и количество микроорганизмов колебалось в интервале 1710–3077, а наиболее низкая численность наблюдалась летом.

В орошаемых аллювиальных лугово-лесных почвах наиболее высокая численность микроорганизмов отмечена под люцерной, под репчатым луком (предшественником была двухлетняя люцерна), наименьшая – под огурцами. При бессменном возделывании культур одностороннее использование питательных веществ уменьшило количество микроорганизмов.

Коэффициент минерализации определяет интенсивность этого процесса. КАА/МПА [5] – об интенсивности процессов минерализации можно судить по коэффициенту минерализации и иммобилизации [3].

Таблица – Биогенность орошаемых аллювиальных лугово-лесных почв полузасушливых субтропиков (средняя за 6 лет)

Культуры в севообороте	Глубина, см	Общее количество микроорганизмов, тыс, КОЕ/г сухой почвы				В том числе, % от общего			
		Весной	Летом	Осенью	Сред,	Бактерии	Спорообраз. бактерии	Актиномицеты	Микроорг. грибы
6-польный овоще-кормовой севооборот									
I Люцерна I года пользования +ячмень	0–25	4057	3592	3845	3831	81,2	3,2	14,6	1,0
	25–50	2584	2294	2450	2443	82,6	3,1	13,3	1,0
	0–50	3320	2943	3147	3137	81,8	3,2	14,1	1,0
II Люцерна II года пользования	0–25	4702	3931	4188	4274	87,0	2,7	9,3	1,1
	25–50	3109	2691	2963	2921	89,7	2,7	6,4	1,2
	0–50	3906	3311	3575	3597	88,1	2,7	8,1	1,1
III Репчатый лук	0–25	3725	3152	3307	3395	80,5	3,2	15,8	0,6
	25–50	2199	1822	1996	2006	83,1	2,7	13,4	0,8
	0–50	2962	2487	2651	2700	81,5	3,0	14,9	0,7
IV Огурцы	0–25	3577	2865	3260	3234	81,3	2,9	14,7	0,9
	25–50	2547	2004	2300	2284	82,1	3,4	13,6	0,9
	0–50	3062	2435	2780	2759	81,7	3,1	14,3	0,9
V Белокочанная капуста	0–25	3906	3228	3596	3577	80,3	3,4	15,3	1,0
	25–50	2484	1812	2169	2155	80,0	3,7	15,1	1,2
	0–50	3195	2520	2882	2866	80,2	3,5	15,3	1,1
VI Зеленная трава+ томат	0–25	3967	3297	3692	3652	81,2	3,0	15,0	0,8
	25–50	2714	2279	2456	2483	81,1	3,1	14,9	1,0
	0–50	3341	2788	3074	3068	81,1	3,0	15,0	0,9
Бессменно									
Огурцы	0–25	3304	2811	3084	3066	78,7	3,8	16,8	0,7
	25–50	2028	1786	1876	1897	76,4	3,4	19,3	0,9
	0–50	2666	2298	2480	2481	77,8	3,6	17,7	0,8
Белокочанная капуста	0–25	2899	2436	2601	2645	76,1	4,4	18,8	0,7
	25–50	1939	1402	1573	1638	74,9	4,2	20,1	0,8
	0–50	2419	1919	2087	2142	75,6	4,3	19,3	0,8
Томат	0–25	3077	2525	2633	2745	77,1	3,2	18,9	0,8
	25–50	2074	1710	1790	1858	74,9	3,5	20,7	0,9
	0–50	2576	2117	2211	2302	76,2	3,3	19,6	0,9
Репчатый лук	0–25	2373	1698	1966	2012	73,4	4,7	20,6	1,3
	25–50	1865	1262	1514	1547	74,0	4,0	20,9	1,2
	0–50	2119	1480	1740	1780	73,6	4,4	20,7	1,2

В аллювиальных лугово-лесных почвах под выращиваемыми культурами коэффициент минерализации колебался в пределах 0,11–0,20, при бессменном культивировании – 0,21–0,28. Под бессменными культурами количество микроорганизмов было меньше, а коэффициент минерализации – выше, чем в севообороте.

Выводы. Количество микроорганизмов в орошаемых аллювиальных лугово-лесных почвах под бессменными культурами по сравнению севооборотом было меньше, а коэффициент минерализации – выше, чем в севообороте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василько В. П. Продуктивность зеленой массы люцерны разных лет жизни на черноземе выщелоченном в условиях Кубани / В. П. Василько, И. С. Сысенко, С. И. Новоселецкий // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 93 (09). – 21 с.
2. Бабьева И. П. Биология почв / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова – М. : Изд-во МГУ, 1989. – 336 с.
3. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е. Н. Мишустин. – М. : Наука, 1972. – 343 с.

4. Оруджева Н. И. Микробиологическая характеристика разных типов орошаемых почв субтропической зоны Азербайджана / Н. И. Оруджева // Почвоведение. – Москва : Изд-во Наука, 2011. – № 3. – С. 1–9.

5. Полякова Н. В. Изменение некоторых микробиологических параметров почв лесостепи при сельскохозяйственном использовании / Н. В. Полякова, Н. В. Редькина // Агрохимия. – 2007. – № 8. – С. 71–75.

6. Шеуджен А. Х. Агрохимия / А. Х. Шеуджен, В. Т. Куркаев, Н. С. Котляров. – Майкоп : «Афиша», 2006. – 1075 с.

7. Orujova N. H. Biomorfogenetic Diagnostics of the Irrigative Soils Suitable for Vegetable in the Azerbaijan Subtropic Zone / N. H. Orujova, M. P. Babayev – New York, San Francisco, California 94105, USA. – 285 p. www.sciencepublishinggroup.com .

УДК 504.062.4

ОЦЕНКА ВОВЛЕЧЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫЙ ЦИКЛ ПРИ КОМПСТИРОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ СО- СТАВЛЯЮЩЕЙ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Приходько Вероника Юрьевна, кандидат географических наук, доцент, Одесский государственный экологический университет, *Украина*, г. Одесса, vks26@ua.fm.

Сафранов Тамерлан Абисалович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и охраны окружающей среды, Одесский государственный экологический университет, *Украина*, г. Одесса, vks26@ua.fm.

Шанина Татьяна Петровна, кандидат химических наук, доцент, Одесский государственный экологический университет, *Украина*, г. Одесса, vks26@ua.fm.

Захоронение твердых бытовых отходов на свалках и полигонах приводит к локализации биогенных элементов в теле полигона. Альтернативой этому является выделение легко разлагающейся органической части и последующая комплексная утилизация с получением биогаза и компоста.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, комплексная утилизация, биогаз, компост, парниковые газы, захоронение.

ESTIMATION OF NUTRIENTS INVOLVEMENT IN THE NATURAL CYCLE BY COMPOSTING OF MUNICIPAL SOLID WASTE ORGANIC PART

Prykhodko V. Yu., Safranov T. A., Shanina T. P.

The municipal solid waste disposal in landfills and dumps leads to the localization of nutrients in the body of the landfill. An alternative to this is the separation of the easily-decomposed organic waste types and the subsequent complex recovery with the production of biogas and compost.

Key words: municipal solid waste, complex recovery, biogas, compost, greenhouse gases, landfilling.

Введение. Несмотря на принятие поправки к Закону Украины «Об отходах», согласно которой с 2018 г. запрещается захоронение переработанных твердых бытовых отходов (ТБО), основным способом обращения с бытовыми отходами на Украине остается их вывоз и захоронение на полигонах и свалках. За 2017 г. в Украине образовалось около 52 млн м³ ТБО, из которых только 5,8 % переработано, в том числе 2,48 % – «утилизировано» (сожжено), 4,18 % – направлено на другие мусороперерабатывающие комплексы и около 0,003 % – компостировано. Остальные отходы (около 94 %) размещены на полигонах и свалках, которых, по состоянию на 2016 г., в Украине насчитывалось 5470 единиц, из них 309 (5,6 %) перегружены, а 1347 (25 %) не соответствуют нормам экологической безопасности. Такой подход к решению проблемы ТБО приводит к локализации их в границах мест захоронения. В этом случае единственной возможностью использования ресурсного потенциала может стать система сбора и утилизации биогаза. На 2017 г. в Украине такими системами оборудовано 13

полигонов, а количество утилизированного метана не превышает 2,5 % от общей массы метана, образующегося на свалках и полигонах Украины (данные Национального Кадастра). Таким образом, происходит иммобилизация биогенных элементов в теле полигонов ТБО [4], которая приводит к нарушению биогеохимических циклов этих элементов. Как показано в работе [5], через год 98 % углерода остается в теле полигона и лишь 2 % переходят в состав парниковых газов. Фактически нарушается естественный круговорот углерода, поскольку основная его масса остается локализованной на участке захоронения на длительное время – через 50 лет в атмосферу поступит (следовательно, включится в природный круговорот) только 27 % углерода. Как следствие, усиливается растущий дефицит гумуса в почвах, снижает плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Всё это обуславливает важность разработки эффективных систем обращения с отходами, которые позволяют осуществить переход от валового сбора и захоронения к максимально возможному использованию ресурсного потенциала отходов.

Цель работы – оценка вовлечения биогенных элементов в природные циклы при комплексном обращении с ТБО.

Основной материал исследования. Сотрудниками кафедры экологии и охраны окружающей среды Одесского государственного университета разработана Концепция обращения с ТБО [2], основным требованием которой является отделение легко разлагающейся органической части ТБО в момент её образования от общего потока компонентов ТБО, т. е. недопущение смешивания органической фракции с общим потоком ТБО. Выполнение этого требования обеспечивает два важных следствия:

– стабилизацию и сохранение ресурсной ценности остальных компонентов ТБО (отсутствуют процессы гниения, резко снижается слипаемость компонентов ТБО, не образуется фильтрат), что резко повышает выход вторичных ресурсов на мусоросортировочных предприятиях с возможным достижением уровня «нулевых» отходов, т. е. произойдет замыкание части материального потока в рамках техносферы;

– отделенная органическая масса является экологически чистым сырьем для анаэробного сбраживания, в котором отсутствуют вредные (источники тока, медицинские отходы) и нежелательные компоненты (битое стекло, керамика). Биохимическая переработка этой массы позволит получить биогаз – альтернативный энергоноситель и высококачественное экологически чистое органоминеральное удобрение, при использовании которого биогенные элементы, содержащиеся в органических отходах, будут возвращены в природные биогеохимические циклы.

Оценка вовлечения биогенных элементов при внедрении Концепции и комплексной утилизации части биоразлагающихся отходов выполнена на примере Одесской промышленно-городской агломерации. В 2016 г. на полигон ТБО «Дальницкие карьеры», который обслуживает Одесскую промышленно-городскую агломерацию, вывезено 544,6 тыс. т отходов [6].

Авторами предложен способ биохимической утилизации, при котором органическая часть ТБО подвергается последовательной обработке: анаэробной ферментации с получением биогаза и твердого продукта (*1 этап*), а полученный твердый продукт подвергают аэробной компостированию (*2 этап*) [3]. Второй этап биохимической утилизации необходим для уменьшения массы твердых продуктов ферментации, которые, однако, можно рассматривать как удобрение, и при наличии потребителя второй этап можно не проводить.

Компоненты ТБО, которые не допускаются к смешению с общим потоком ТБО, являются сырьем для биохимической утилизации. Это 100 % пищевых, садово-парковых отходов и древесины, а также некондиционная макулатура (15 %). С учетом содержания таких компонентов в общей массе ТБО получается 268215 т сырья.

При оценке распределения углерода принимается, что переход углерода в сточные воды в процессе анаэробной ферментации равен нулю, поскольку имеет временный характер, а соединения углерода из сточных вод потребляются микроорганизмами-анаэробами, следова-

тельно, переходят в состав твердых продуктов ферментации. В отличие от захоронения, биохимическая утилизация значительно сокращает продолжительность разложения органических отходов и позволяет получить товарные продукты: биогаз, в который переходит 35 % углерода, и компост, в котором концентрируется 65 % углерода. При реализации 2-го этапа комплексной утилизации в состав компоста переходит 65 % углерода, содержащегося в твердых продуктах ферментации, а 35% поступает в атмосферу в составе CO_2 . Если не проводить второй этап комплексной утилизации органических отходов, то получим фактически нулевую эмиссию парниковых газов (CO_2 и паров H_2O).

С использованием данных по морфологическому и химическому составу ТБО [6], а также агрохимическим характеристикам компонентов ТБО [1] нами проведена оценка потоков биогенных элементов в органической части ТБО Одесской агломерации (таблица).

Таблица 1 – Характеристика потока биогенных элементов при анаэробном сбраживании органической части годового количества твердых бытовых отходов

Компоненты ТБО	Содержание, % от сухой массы			Содержание в органоминеральном удобрении, тыс. т		
	$N_{общий}$	P_2O_5	K_2O	$N_{общий}$	P_2O_5	K_2O
Пищевые отходы	2,45	0,60	2,15	1,31	0,03	1,15
Бумага, картон	0,35	0,26	0,16	0,26	0,19	0,12
Ветошь	1,00	0,20	0,10	0,15	0,03	0,01
Древесина	0,20	0,13	0,23	0,10	0,07	0,12
				1,82	0,32	0,35

Выводы. Полученные результаты наглядно показывают перспективность внедрения предложенного способа обращения с легко разлагаемой органической частью ТБО. Полученные товарные продукты позволяют вернуть углерод и биогенные элементы из ТБО в окружающую среду и включить их в природный круговорот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационные материалы. Объемы, места размещения и переработки отходов производства и потребления на территории Московской области [электр. ресурс] http://compcentr.ru/library/Othodi/subject_5.pdf.
2. Оптимизация системы управления и обращения с муниципальными отходами в контексте устойчивого развития урбанизированных территорий / Т. А. Сафранов, Е. Р. Губанова, Т. П. Шанина, Ю. Приходько // Устойчивое развитие. – № 16 (март 2014). – С. 11–18.
3. Пат. 58436 Україна: МПК(2011.01) B09B3/00 № u 2010 11798 Спосіб комплексної утилізації твердих побутових відходів: заявл. 5.10.2010; опубл. 11.04.2011. – Бюл. № 7. – 8 с.
4. Тагилова О. А. Повышение экологической безопасности полигонов твердых бытовых отходов на основе анализа потоков органического углерода : Автореф дис. ... канд. тех. наук / О. А. Тагилова. – Специальность 25.00.36 «Геоэкология». – Пермь, 2006. – 23с.
5. Carbon redistribution during the stages of generation and destruction of municipal solid waste organic component / V. Prykhodko, T. Safranov, T. Shsanina, O. Plyash // Tehnology, engineering and science – 2018. 36. Матеріалів І Міжнар. наук.-практ. конф. 24–25 жовтня 2018 р. Лондон-Полтава. Лондон : ПолНТУ, 2018. – С. 231–232.
6. Звіт з аналізу існуючого стану системи поводження з ТПВ в Одеській області за 2013–2017 рр. // ТОВ ЕСКО «Екологічні системи». – 2017. – 37 с.

ДИНАМИКА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ ПОД РАЗЛИЧНЫМИ БИОЦЕНОЗАМИ

Демакина Ирина Игоревна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», **Россия**, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7, demakina2015@yandex.ru

Медведев Иван Филиппович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», **Россия**, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7, demakina2015@yandex.ru

Бузueva Анастасия Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук,¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», **Россия**, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7, demakina2015@yandex.ru

В питании растений большую роль играют подвижные формы азота, которые вследствие своих физических свойств наиболее легкоусвояемы к таким формам в черноземных почвах относятся восстановленная аммиачная и окисленная нитратная формы минерального азота.

Ключевые слова: целина, залежь, минеральный азот, аммиачный азот, соотношение, азотные удобрения.

DYNAMICS OF NITROGEN NUTRITION IN SOIL UNDER DIFFERENT BIOCENOSES

Demakina I. I., Medvedev I. F., Buzueva A. S.

Mobile nitrogen forms play a large role in plant nutrition. These forms, due to their physical properties, are most easily assimilated; in black earth soils, they include reduced ammonia and oxidized nitrate forms of mineral nitrogen.

Key words: virgin soil, deposit, mineral nitrogen, ammonia nitrogen, ratio, nitrogen fertilizers.

Одним из факторов, влияющих на урожай сельскохозяйственных культур, является питательный режим почвы. Для нормального роста и развития растений, необходимо, чтобы в почве, помимо воды и воздуха, находились усвояемые формы минеральных веществ [1].

Для наблюдения за состоянием почвенной системы был заложен опыт по методике Б. А. Доспехова в «Экспериментальном хозяйстве» ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Для исследования были выбраны разные по времени существования залежные участки (15–35 лет), которые сравнивались с целиной и пашней. Для интенсификации процессов почвообразования на фоне залежных участков и многолетних трав вносились разные дозы азотного минерального удобрения: N₃₀ и N₆₀.

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный легкоглинистый и тяжело-суглинистый на третичных делювиальных отложениях слабой степени смывости. Почвенные образцы для анализа отбирались в июне – в период максимальной микробиологической активности почвы – по всем изучаемым локальным блокам почвенного мониторинга на целине, залежах 15 и 35 лет и пашне полевого севооборота. Анализ аммиачной и нитратной форм азота проводился в сухих образцах, отобранных из горизонтов гумусового слоя почвенного профиля. Питательный режим почвы определялся послойно через 10 см до глубины 30 см. Почвенные образцы отбирались буром Малькова из трех скважин, в которых определяли: нитратный азот (N-NO₃⁻) – методом фотоколориметрирования; аммиачный азот (N-NH₄⁺) – в почвенной вытяжке с реактивом Несслера.

Максимальное использование минерального азота отмечалось на пашне полевого севооборота, где возделываются культуры интенсивного типа, поэтому коэффициент использования культурами полевого севооборота минерального азота из почвы был самый высокий и составил 94,8 %.

На участках с различной длительностью нахождения в залежи средневзвешенный коэффициент использования минерального азота из почвы составил 89,8 %, а на целинном участке 89,3 %.

Способ использования пашни оказывает большое влияние на состав и структуру минерального азота почвы. В целинных и залежных участках в отсутствие механических обработок доступ кислорода в почву ограничен, что в определенной мере отражается на жизнедеятельности микрофлоры [2] (рисунок 1). Даже периодическое прекращение механических обработок почвы приводит к увеличению доли аммиачной формы азота. Средневзвешенное соотношение между нитратной и аммиачной формами азота в почве под залежью и целиной было в 10 раз уже, чем на пашне полевого севооборота.

На 15-летней залежи соотношения составили 0,46, на 30-летней – 0,44. На целинном участке они были почти в два раза уже, чем на залежных участках (0,20), что, по-видимому, связано не только с отсутствием механических обработок почвы, но и ориентированностью микрофлоры на естественный фитоценоз.

Заметную роль в регулировании уровня и структуры минерального азота играют вносимые минеральные удобрения (таблица 1). На удобренных азофоской вариантах, в среднем за вегетационный период по всем анализируемым фонам различного использования пашни, нитратов в почве содержалось на 15,7 % выше, а аммиачного азота на 14,9 % ниже, чем на удобренных. Максимальное количество минеральных форм азота как на удобренных, так и на удобренных вариантах отмечено на целине и залежных участках, минимальное на пашне.

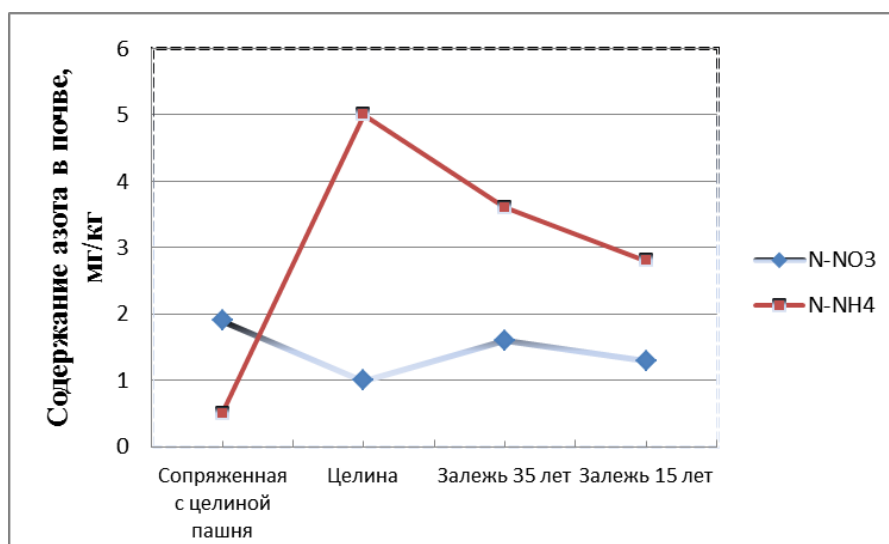


Рисунок 1 – Влияние различного использования пашни на содержание минерального азота в почве (среднее за вегетационный период)

Таблица 1 – Влияние удобрений на азотный режим почвы залежной пашни (в среднем за вегетационный период, слой 0–30 см)

Варианты использования пашни (фактор А)	Фоны (фактор Б)	Минеральный азот, мг/кг				
		N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	Прибавка к контролю, %		
				N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	
1. Целина	контроль б/уд	1,0	5,0	100	100	
	удобренный*	1,3	4,2	30	-16,0	
2. Сопряженная с целиной пашня	контроль б/уд	1,9	0,5	100	100	
	удобренный	1,6	0,3	-15,8	-40,0	
3. Залежь	контроль б/уд	1,4	3,9	100	100	
	удобренный	2,2	3,5	80	-10,2	
Статистический анализ						
Фактор	НСР _{0,95}		F теор.		F факт	
	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
А	0,187	0,363	242	242	35,917*	369,440*
В	0,153	0,296	19,39	19,32	11,545*	13,501*

* – в среднем по 2 вариантам (N₃₀P₃₀K₃₀ + N₆₀P₆₀K₆₀).

Независимо от способа использования почвы выявленная динамика содержания минерального азота подчиняется определенным, установленным закономерностям колебания. Общее количество доступного растениям минерального азота, а также его аммиачных и нитратных форм в почве снижалось от всходов и до конца вегетации трав по мере усиления потребления их растениями и снижения влагообеспеченности почвы (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние способа использования пашни на динамику содержания минерального азота в почве (2015–2017 гг.)

Способ использования пашни	Сумма N-NH ₄ ⁺ +N-NO ₃ ⁻ по фазам вегетации растений, мг /кг				Отношения к контролю, %
	1	2	3	4	
1. Целина (контроль)	15,0	1,4	1,6	18,0	100
2. Сопряженная с целиной пашня полевого севооборота	5,8	0,9	0,3	7,0	-61,1
4. Залежь 35 лет	12,4	1,5	1,6	15,5	-13,9
5. Залежь 15 лет	9,3	0,7	1,3	11,3	-37,2

Примечания: 1 – отрастание; 2 – середина вегетации; 3 – уборка; 4 – за вегетационный период.

Таким образом, способ сельскохозяйственного использования пашни оказал большое влияние на состав минерального азота в почве. В почве под полевым севооборотом преобладала нитратная, а в целинном ценозе аммиачная форма азота. В среднем, по всем залежным участкам, нитратная и аммиачная формы минерального азота находились примерно в равновесном состоянии, но по мере увеличения длительности нахождения почвы в залежном состоянии доля восстановленной формы в общей структуре увеличивалась. Удобрения оказали положительное влияние на содержание питательных элементов почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев И. Ф. Роль залежных и полевых ценозов в формировании плодородия почв / И. Ф. Медведев, Л. Б. Сайфуллина, И. И. Елистратова, М. Н. Панасов // Вестник СГАУ им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2009. – С. 22–27.
2. Медведев И. Ф. Экологическая оценка современного ресурсного потенциала черноземных почв Поволжья / И. Ф. Медведев, Н. Г. Левицкая, И. И. Демакина, М. Н. Любимова // Достижения науки и техники АПК. – Саратов, 2016. – Т. 30. – № 1. – С. 14–17.

УДК 631.8:574.2

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БИОУГЛЯ НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

Кулагина Валентина Ивановна, кандидат биологических наук, зав. лабораторией экологии почв, ИПЭН АН РТ, Россия, Татарстан, г. Казань, viksoil@mail.ru

Грачев Андрей Николаевич, доктор технических наук, профессор, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Татарстан, г. Казань, energolesprom@gmail.com

Сунгатуллина Люция Мансуровна, старший научный сотрудник, ИПЭН АН РТ, Россия, Татарстан, г. Казань, sunlyc@yandex.ru

Рязанов Станислав Сергеевич, научный сотрудник, ИПЭН АН РТ, Россия, Татарстан, г. Казань, erydit@yandex.ru

Хисамова Алина Маратовна, младший научный сотрудник, ИПЭН АН РТ, Россия, Татарстан, г. Казань, his.alina94@mail.ru

Установлено, что внесение биоугля из илов сточных вод приводит к увеличению содержания валового азота в почве на 42-й день опыта. Содержание общего азота последовательно растет с повышением дозы вносимого биоугля, и при дозе биоугля в 10 % увеличивается в 2–3 раза по сравнению с контролем, что связано со стимуляцией микробиологической деятельности.

Ключевые слова: биоуголь, пиролиз, илы сточных вод, общий азот, почва.

EVALUATION OF THE BIOCHAR INFLUENCE ON NITROGEN CONTENT IN GRAY FOREST SOILS

Kulagina V. I., Grachev A. N., Sungatullina L. M.
Ryazanov S. S., Hisamova A. M.

It was established that the application of biochar produced from sewage sludge leads to an increase in the content of total nitrogen in the soil on day 42 of the experiment. The total nitrogen content consistently increased with increasing doses of biochar applied. The 10% dose of biochar leads to an increase of nitrogen content by 2–3 times compared with the control, which was due the stimulation of microbiological activity.

Keywords: biochar, pyrolysis, sewage sludge, total nitrogen, soil.

Антропогенный фактор сильно изменил биогеохимические циклы многих элементов. Особенно это касается циклов углерода и азота. Проблемой последних десятилетий является усиленная эмиссия парниковых газов в атмосферу. В качестве одного из способов решения этой проблемы предлагается получение биоугля из возобновляемой биомассы и внесение его в почву. При этом часть углерода изымается из круговорота и не поступает в атмосферу в виде CO₂, так как биоуголь очень медленно разлагается. Кроме того, биоуголь обладает большой поглотительной способностью и, по данным Рижей с соавторами, способствует уменьшению интенсивности нитрификации и эмиссии N₂O в атмосферу [3]. Получение биоугля из илов сточных вод позволяет также решить проблему утилизации данного отхода.

Целью нашей работы было определить влияние биоугля из илов сточных вод на содержание валового азота в серой лесной почве при выращивании сельскохозяйственных культур.

Биоуголь был получен с применением установки быстрого пиролиза FPP02, которая является запатентованной разработкой компании ООО «Энерголеспром» (г. Казань) из илов сточных вод [2]. Биоуголь из иловых осадков сточных вод был получен из высушенных до влажности 15 % и гранулированных иловых осадков сточных вод г. Чебоксары. Иловые осадки сточных вод подвергались термическому разложению в двух различных режимах. В первом, низкотемпературном режиме, средняя температура реактора составляла 300 + 20 °С, а во втором, высокотемпературном, средняя температура реактора составляла 500 + 20 °С. Для сравнения был взят также биоуголь из березовой древесины.

В вегетационные сосуды (горшочки), в каждом из которых находилось по 400 г почвы с различной концентрацией низкотемпературного или высокотемпературного биоугля: 1, 2, 5, 10 %, были высажены семена горчицы и овса. В качестве контроля использовалась почва без внесения биоугля. Опыт проводился в течение 42 дн в трех повторностях. Влажность почвы поддерживалась на оптимальном уровне.

Согласно полученным нами данным с увеличением дозы вносимого биоугля содержание общего азота в почве на 42-й день опыта увеличивается как под растениями горчицы, так и овса (рисунок). Коэффициент корреляции между дозой вносимого биоугля и содержанием валового азота в почве составляет 0,98–0,99, что говорит об очень тесной прямой зависимости. Закономерность одинакова для обоих видов биоугля из илов сточных вод, но внесение низкотемпературного угля вызывает чуть большую прибавку в содержании общего азота.

Эту небольшую прибавку в случае низкотемпературного угля можно объяснить меньшими потерями азота при более низкой температуре пиролиза, но все увеличение содержание азота в почве нельзя объяснить только внесением биоугля. Под горчицей при внесении биоугля в количестве 5 % от массы почвы содержание общего азота увеличивается почти в два раза, а при внесении 10 % – почти в три раза. По нашим данным, под овсом внесение биоугля в количестве 10 % содержание общего азота увеличивается примерно в 2 раза по сравнению с контролем, но и содержание азота на контроле под овсом больше, чем на контроле под горчицей. Несмотря на высокое содержание азота в исходном сырье, сам биоуголь из илов сточных вод содержит мало азота, поскольку тот улетучивается при термической обработке (пиролизе).

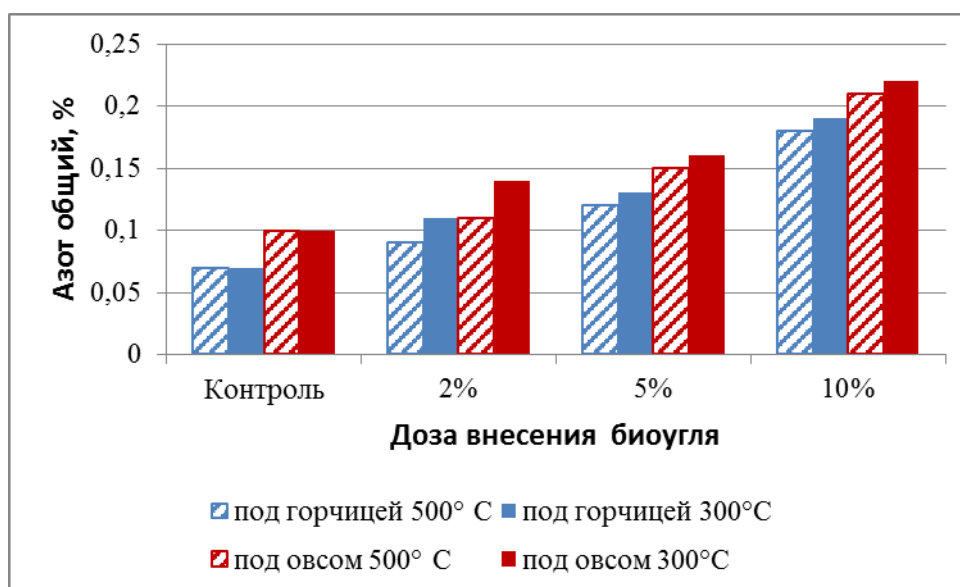


Рисунок – Содержание валового азота в почве при разной концентрации биоугля, полученного при 300 и 500 °С, на 42-й день опыта

Следовательно, имеется другой источник азота в почве, для которого внесение биоугля из илов сточных вод под сельскохозяйственные культуры послужило катализатором. Согласно работам большинства исследователей, биоуголь стимулирует активность микроорганизмов [4]. Вероятнее всего, увеличение содержания общего азота зависит от деятельности микроорганизмов, способствующих иммобилизации азота [3], а также азотфиксаторов. Полученные данные показывают, что микробиологическая деятельность при внесении биоугля в значительной мере зависит также от выращиваемой культуры и корневых выделений. Внесение в почву под посевы горчицы березового биоугля в количестве 10 % от массы почвы также привело к увеличению содержания общего азота в почве, но не такому значительному, как в случае биоугля из илов сточных вод. Содержание общего азота возросло только в 1,5 раза по сравнению с контролем. Исследования, проведенные нами ранее по инкубированию той же серой лесной среднесуглинистой почвы с березовым биоуглем в течение 42 дн, но без выращивания высших растений, показали, что содержание общего азота увеличивается при внесении биоугля по сравнению с контролем, но только при дозе биоугля 2 % [1]. При более высоких дозах биоугля процессы накопления азота в почве резко тормозятся в отсутствие высших растений и их корневых выделений.

Таким образом, полученные результаты показывают, что наиболее существенное влияние на накопление валового азота в почве оказывает то, из какого исходного сырья был получен биоуголь. Биоуголь, полученный из отходов древесины, меньше способствует накоплению азота в почве, чем биоуголь из илов сточных вод. Наличие посевов сельскохозяйственных культур благоприятствует накоплению азота в почве при внесении биоугля. Каждая культура оказывает разное влияние на стимуляцию микробиологической деятельности, под посевами овса, например, происходит большее накопление азота, чем под горчицей, но при отсутствии посевов накопления может вообще не происходить. Температура пиролиза, при которой был получен биоуголь, оказывает не столь значительное влияние на накопление азота в почве, как ожидалось.

В любом случае, внесение биоугля из илов сточных вод под посевы овса и горчицы привело к изменению круговорота азота и увеличению содержания общего азота в почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулагина В. И. Оценка воздействия биоугля на микробиологические и некоторые физико-химические показатели серой лесной почвы / В. И. Кулагина, Л. М. Сунгатуллина, А. Н. Грачев [и др.] // Российский журнал прикладной экологии. – 2018. – № 2. – С. 21–25.

2. Патент 2395559 Российской Федерации МПК C10B57/10, C10B51/00, C10B47/00, C10B49/02. Способ термической переработки органосодержащего сырья / А. Н. Грачев, В. Н. Башкиров, С. А. Забелкин, А. А. Макаров, Д. В. Тунцев, Р. Г. Хисматов; патентообладатель(и): Общество с ограниченной ответственностью "ЭнергоЛесПром" – №2009108597/04, заявл. 10.03.2009, опубл. 27.07.2010, Бюл. № 21. – 8 с. – илл.

3. Рижия Е. Я. Влияние биоугля на свойства образцов дерново-подзолистой супесчаной почвы с разной степенью окультуренности / Е. Я. Рижия, Н. П. Бучкина, И. М. Мухина [и др.] // Почвоведение. – 2015. – № 2. – С. 211–220.

4. Krishnakumar S. Impact of Biochar on Soil Health / S. Krishnakumar, A. G. Rajalakshmi, V. Balaganesh, P. Manikandan, C. Vinoth, V. Rajendran // International Journal of Advanced Research. – 2014. – V. 2. – Iss. 4. – P. 933–950.

УДК: 630.114

ВОДНАЯ МИГРАЦИЯ ВЕЩЕСТВ В ЧЕРНОЗЕМАХ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Яшин Иван Михайлович, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К. А. Тимирязева, **Россия**, Москва, *ivan.yashin2012@gmail.com*

Рамазанов Сабир Рамазанович, соискатель ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К. А. Тимирязева, **Россия**, Москва, *rsr005@yandex.ru*

Поветкин Владимир Анатольевич, кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К. А. Тимирязева, **Россия**, Москва, *V_povetkin@mail.ru*

Прохоров Илья Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, главный редактор журнала «Агротехнический вестник», **Россия**, Москва.

В 2015–2018 гг. исследована водная миграция в черноземах Приволжской возвышенности. Обсуждены барьеры и геохимические функции черноземов.

Ключевые слова. Эволюция черноземов, аридизация климата, засоление, осолонцевание, гуматы и фульваты натрия, водная миграция, сорбционные лизиметры.

WATER MIGRATION OF SUBSTANCES IN CHERNOZEM OF VOLGA ELEVATION

Yashin I. M., Ramasanov S. R., Povetkin V. A., Prokhorov I. S.

In 2015-2018, the water migration of substances in chernozems was studied Volga upland. Migration barriers are substantiated.

Keywords. Evolution of chernozems, climate aridization, droughts, fires, salinization, alkalization, sodium humates and fulvates, water migration, sorption lysimeters.

Объекты и методы исследований. Водную миграцию веществ изучали на стационарных площадках ОАО «Учхоз Муммовское» Саратовской области в черноземах сопряженных экосистем лесостепи: целинная луговая степь – пустошь (выбитое скотом степное пастбище). Абсолютные отметки местности 178–224 м над у. м. Засоленные породы, залегающие вместе с лессовидными карбонатно-кальциевыми суглинками, диагностированы на глубине 0,8–2,7 м. Они оказывают существенное влияние на процессы осолонцевания и осолодения черноземов в условиях современной аридизации климата.

В работе использовали комплекс методов экологических исследований: полевые маршрутные изыскания, стационарный метод, хроматографию и сорбционные лизиметры [4]. Анализы органических веществ $C_{орг}$ и химических элементов Fe^{3+} , Ca^{2+} , Na^{+} из сорбентов

сорбционных лизиметров (активированного угля и ионообменных смол – катионита КУ-2 и анионита АВ-17) выполнены с нашим участием в аккредитованной лаборатории ГЦАС «Московский» по ГОСТам [4, 5].

Результаты и их обсуждение. Ранее нами были рассмотрены морфология и физико-химические свойства черноземов объекта исследования [5]. В данной работе изложены некоторые результаты изучения водной миграции веществ.

В полевых опытах контролем был участок целины с лугово-степной растительностью. Ее наземная биомасса в воздушно-сухом состоянии достигала 823 ± 34 г/м², на пустошах – 81 ± 17 г/м². На основе результатов опытов по мобилизации органических веществ из растительного опада в раствор и их минерализации был рассчитан возможный масштаб миграции $C_{орг}$ в целинных черноземах.

Таблица 1 – Форма и масштаб водной миграции Fe и органических веществ в черноземных почвах плакора реки Большой Колышлей под луговой степью (целина) и на пустоше – сильно деградированном пастбище

Горизонт и глубина закладки колонок, см	$C_{орг}$ ВОВ, г/м ²				Коэффициенты водной миграции (кмиг) по Перельману		Масштаб водной миграции Fe-ВОВ комплексов, мг/м ²	Градиент барьера миграции (G) $C_{орг}$ ВОВ, г/м ³ за период опыта
	Общий масштаб водной миграции	0,1н. HNO ₃ элюате с угля (ФК)	0,1н. NaOH элюате с угля	По сорбции катионитом КУ-2	$C_{орг}$	Fe		
Целина. Разрез 64. Почва: чернозем обыкновенный среднесуглинистый на лессовидных карбонатно-кальциевых суглинках (наблюдения 16.06. 2017 – 13.10.2017 г.).								
A _д (O) – 5	6,0 ± 0,5	1,5 ± 0,3	3,2 ± 0,9	1,3 ± 0,4	10	4	123 ± 17	Не опр.
A ₁ – 25	2,8 ± 0,2	1,2 ± 0,3	1,1 ± 0,2	0,5 ± 0,1	5	2	86 ± 11	24,6
Вса – 41	1,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,2 ± 0,0	3	0,5	34 ± 8	6,5
Пустошь. Разрез 65. Почва: чернозем осолоделый супесчаный на засоленных песчаных отложениях со щебнем опок (наблюдения 17.06.2017 - 14.10.2017 г.).								
A ₁ – 18	19,3 ± 1,6	8,1 ± 2,5	7,4 ± 1,3	3,8 ± 0,9	33	30	654 ± 45	Не опр.
A ₁ – 43	21,6 ± 1,1	9,9 ± 2,2	8,1 ± 1,5	3,6 ± 0,8	35	23	548 ± 34	- 9,2
Вf _{транс.} 74	23,9 ± 1,5	9,4 ± 1,7	9,3 ± 2,8	3,2 ± 0,8	37	42	725 ± 78	- 7,4

Исследование жидкой фазы почв в экосистемах часто проводится с помощью лизиметрических устройств разных конструкций [3]. При использовании плоских лизиметров органические вещества в приемных бутылках биодеградируют микроорганизмами и состав вод изменяется, и приходится анализировать низкие концентрации веществ. В этой связи нами был применен метод сорбционных лизиметров (МСЛ) и его модификация [2, 3]. Последний метод позволяет в нативных условиях определить коэффициенты мобилизации $k_{моб}$ и минерализации $k_{мин}$ органических веществ. При использовании в колонках тонкодисперсного порошка (Al₂O₃)xAlO₂Na – алюминатного оксида алюминия [1, 2] – была отмечена необратимая сорбция некоторой массы водорастворимых органических веществ (ВОВ). Поэтому мы провели специальные опыты по сорбции-десорбции органических веществ, и применяли сорбенты с обратимым характером сорбции, выполнив теоретическое обоснование этого метода [2, 4]. Рассмотрим результаты опытов (таблицы 1, 2).

При коэффициенте мобилизации $k_{моб}$ ВОВ (по $C_{орг}$) 0,11–0,12, или 11–12 %, для «свежих» растительных остатков из наземной биомассы луговой степи в почвенный раствор мобилизуется $45,3$ г/м² $C_{орг}$. Из корневого растительного опада (в пределах слоя 0–17 см), примерно равного наземному, также мобилизуется в жидкую фазу почвы $45,3$ г/м² $C_{орг}$; всего – $90,6$ г/м² $C_{орг}$. При среднем значении коэффициента минерализации $k_{мин}=78\%$, биодеградация ВОВ до CO₂↑ микроорганизмами (эмиссия газа) составит $70,7$ г/м² $C_{орг}$, остается $19,9$ г/м² $C_{орг}$. Из этой массы ВОВ часть будет сорбирована минералами горизонта A₁, а часть включена в водную нисходящую миграцию.

Таблица 2. Масштаб водной миграции ионов Ca^{2+} и Na^+ в черноземных почвах плакора реки Большой Колышлей под луговой степью (целина) и на пустоши – деградированном пастбище.

Горизонт и глубина закладки колонок, см	Ca, мг/м ²				Коэффициенты водной миграции (кмиг) по Перельману		Масштаб водной миграции Na^+ , мг/м ² по сорбции КУ-2	Градиент барьера миграции (G) Ca, мг/м ³ за период опыта
	Общий масштаб водной миграции	0,1н. HNO_3 элюате с угля (ФК)	0,1н. NaOH элюате с угля	По сорбции катионитом КУ-2	Ca^{2+}	Na^+		
Целина. Разрез 64. Почва: чернозем обыкновенный среднесуглинистый на лессовидных карбонатно-кальциевых суглинках (наблюдения 16.06. 2017–13.10.2017 г.).								
$A_d(O) - 5$	456 ± 24	168 ± 25	130 ± 22	158 ± 26	3	2	335 ± 23	Не опр.
$A_1 - 25$	233 ± 25	81 ± 28	65 ± 12	87 ± 35	2	1	267 ± 11	1698
$V_{ca} - 41$	70 ± 3	30 ± 5	15 ± 2	25 ± 3	0,4	0,6	83 ± 11	634
Пустошь. Разрез 65. Почва: чернозем осолоделый супесчаный на засоленных песчаных отложениях со щебнем опок (наблюдения 17.06.2017–14.10.2017 г.).								
$A_1 - 18$	271 ± 15	71 ± 10	95 ± 16	105 ± 19	2	7	524 ± 22	Не опр.
$A_1 - 43$	464 ± 13	87 ± 12	65 ± 9	312 ± 21	4	6	449 ± 33	- 774
$Vf_{\text{транс.}} 74$	466 ± 18	145 ± 16	207 ± 24	114 ± 15	4	2	298 ± 35	- 651
$C - 107$	514 ± 19	123 ± 11	177 ± 23	214 ± 24	4	6	446 ± 19	- 141

Сорбция ВОВ компонентами почвы достигает 45–52 %, в среднем 49 или 9,8 г/м² $S_{\text{орг.}}$. Биополимерами растительного опада (лигнином, клетчаткой и др.) сорбируется 4 % или, 0,8 г/м² $S_{\text{орг.}}$. В водную миграцию включится 9,3 г/м² $S_{\text{орг.}}$. Согласно опытным данным в нижележащий горизонт A_1 мигрирует $6,0 \pm 0,5$ г/м². Следовательно, горизонт A_1 активно сорбирует новообразованные массы ВОВ: реальная сорбция достигает 53,3 % (по расчетам 49 %) или 3,2 г/м², за период нашего опыта. Профиль целинного чернозема обыкновенного покидает 18,3 % от массы ВОВ, мобилизованных в раствор из мощной дернины и растительного опада. 81,7 % новой массы ВОВ участвует в биогеохимическом круговороте органического углерода целинной лугово-степной фации. Градиенты барьера миграции в горизонтах деградированных черноземов – отрицательные по всему профилю. Водная миграция элементов в нарушенных почвах отражает преимущественно процессы деградации молекулярных структур гумусовых веществ, закрепленных на почвенной матрице. Наиболее четко данный процесс выражен на пустошах (выбитых скотом пастбищах). Масштаб водной миграции органических веществ из самого нижнего горизонта $Vf_{\text{транс.}}$ достигает $23,9 \pm 1,5$ г/м². Они и создают латеральный поток веществ и элементов, устремляющихся в местный базис эрозии – пойму реки Большой Колышлей. Здесь мигранты неполностью задерживаются почвами [4].

Выводы

1. Оценку параметров миграции органических веществ и эмиссию газов нужно проводить в экосистемах с учетом биомассы растений и их опада.
2. В нативных черноземах значения $k_{\text{миг}}$ и G низкие, поскольку их экосистемы находятся в устойчивом стационарном состоянии. При деградации экосистем отмечается нарушение биогеохимического потока углерода между фотосинтезом в растениях и гумусообразованием в почвах: происходит глубокая деградация структур гумусовых веществ.
3. В составе мигрантов – органических веществ целинного чернозема – преобладают полифенолы, фульваты и гуматы натрия, последовательно десорбируемые с угля колонок водным раствором щелочи, водой и минеральной кислотой. При водной миграции часть массы ВОВ, мобилизованных из растительного опада, сорбируется катионитом КУ-2. В черноземе осолоделом (трансформированном) основная форма водной миграции органических веществ – фульваты и гуматы натрия – мобильные продукты деградации гумусовых веществ чернозема. При этом нами идентифицированы заметные массы органических веществ, сорбированных катионитом КУ-2 в колонках, вероятно, аминокислоты.
4. Водная миграция соединений Fe(III) четко выражена в черноземе осолоделом – экосистема пустошей. Здесь же выявлены отрицательные значения почвенно-геохимических барьеров миграции для ионов Ca^{2+} из-за проявления процессов осолонцевания-осолодения.

Нисходящая водная миграция ионов Na^+ протекает в составе органических веществ. В исследуемых черноземах мигрантам присущи «эстафетные» по разнообразию формы миграции элементов, но они изучены пока неполно.

•) *This paper was supported by grants RFBR no.11-04-01376 and Russian Government – no. 11.G.34.31.0079 (2012-2016).*

ЛИТЕРАТУРА

1. Поддубный Н. Н. О миграции водорастворимого органического вещества в пахотных и целинных черноземах обыкновенных / Н. Н. Поддубный, З. П. Кирюхина // Доклады ТСХА. – 1971. – Вып. 169. – С. 116–118.
2. Яшин И. М. Сорбция и десорбция органических веществ почвы активированным углем и «безводной» Al_2O_3 [Текст] / И. М. Яшин // Известия ТСХА. – 1972. – Вып. 6. – С. 123–129.
3. Яшин И. М. Экогеохимия : учебное пособие / И. М. Яшин, И. И. Васенев, С. Р. Рамазанов, В. А. Черников // Ред. И. М. Яшин. – М. : РГАУ–МСХА. – 2016. – 202 с.
4. Яшин И. М. Опыт применения хроматографии в почвоведении и экологии : монография // И. М. Яшин, В. А. Черников // Ред. И. М. Яшин. – М. : РГАУ–МСХА, 2017. – 240 с.
5. Яшин И. М. Эволюция черноземов и сукцессии в экосистемах Приволжской возвышенности / И. М. Яшин, И. И. Васенев, В. А. Поветкин, С. Р. Рамазанов // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : сб. науч. тр. Междунар. экол. конф. – Краснодар : КубГАУ, 27-29 марта 2018. – С. 432–435.

УДК 630*56:630*905.2

КРУГОВОРОТ И БЮДЖЕТ УГЛЕРОДА В ЛЕСНОМ ФОНДЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Мусиевский Александр Леонидович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», *Россия, г. Воронеж, musievsky@mail.ru*

Чугреев Михаил Юрьевич, младший научный сотрудник, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», *Россия, г. Воронеж, michael.yurievich@yandex.ru*

Сергуткина Анна Александровна, ФГБОУ ВПО Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, *Россия, г. Воронеж, sergutkin2013@yandex.ru*

Запасы углерода в лесном фонде Белгородской области составляют 37076,7 тыс. т С, в т. ч. по пулам: древостой – 46,0, растительность – 0,6, детрит – 9,8, подстилка – 8,6, почва (0–30 см) – 35,0 %. Ежегодно из атмосферы поглощается 399,52 тыс. т $\text{C}^*\text{год}^{-1}$. С учетом проведения рубок, бюджет углерода остается положительным, составляя 258,1 тыс. т $\text{C}^*\text{год}^{-1}$.

Ключевые слова: круговорот углерода, бюджет углерода, лесной фонд, Белгородская область.

CARBON CIRCULATION AND BALANCE IN THE FOREST FUND OF THE BELGOROD OBLAST

Musievskij A. L., Chugreev M. Yu., Sergutkina A. A.

Carbon reserves in the forest fund of the Belgorod region are 37.076 million tons C, including the following pools: growing stock – 46,0%, understory – 0,6%, detritus – 9,8%, forest floor – 8,6%, soil (0–30 cm) – 35,0%. Annually, 399.52 thousand tons of $\text{C}^*\text{year}^{-1}$ is absorbed from the atmosphere. Taking into account the felling, the carbon balance remains positive, amounting to 258.1 thousand tons $\text{C}^*\text{year}^{-1}$.

Keywords: carbon circulation, carbon balance, forest fund, Belgorod Oblast

В настоящее время в связи с возможным риском глобального потепления климата вследствие увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере, обусловленного антропогенным воздействием (сжигание ископаемого топлива, уничтожение лесов, деградация

почвенного покрова), среди многочисленных экологических функций важное значение имеет изучение круговорота углерода (С) в лесных экосистемах особенно малолесных районов [1, 3, 5].

Цель наших исследований – оценить в управляемых лесах Белгородской области вклад различных пулов в круговорот и бюджет углерода с учетом влияния отрицательных внешних факторов (рубок леса, лесных пожаров) на фоне происходящих климатических изменений [1, 5, 6].

В настоящей работе при изучении круговорота и оценки бюджета углерода лесного фонда Белгородской области была использована методика «Региональной оценки бюджета углерода лесов» (далее – «РОБУЛ») [4], информационное обеспечение которой позволяет осуществить оценку запасов, поглощение и потери углерода лесными экосистемами от ежегодных рубок, лесных пожаров и прочих причин гибели насаждений.

В результате расчетов были получены показатели, характеризующие суммарные запасы углерода по пулам, преобладающим породам и категориям земель, покрытых лесной растительностью (ПРЛЗ), не покрытых лесной растительностью (НПРЛЗ) и нелесных земель в лесном фонде объекта исследований (таблица 1). Расчеты (по состоянию на 1.01.2017 г.) показали (таблица 1), что суммарные запасы углерода в ПРЛЗ Белгородской области составляют 37076,7 тыс. т С, в том числе наибольшие его объемы приходятся на твердолиственные древостои, среди которых преобладают высокоствольные дубравы (119,5 тыс. га, 19792,5 тыс. т С), накопившие на площади 182,9 тыс. га – 29703,5 тыс. т С.

На втором месте стоят хвойные древостои, представленные сосняками на площади 19,8 тыс. га с запасом древесины 5,05 млн м³, накопившие 3457,4 тыс. т С. Мягколиственные древостои, произрастающие на площади 16,3 тыс. га при запасе древесины 3,34 млн м³, аккумулялировали 2314,0 тыс. т С.

Наибольшее распространение среди них имеют осиновые древостои (6,0 тыс. га, 1,29 млн м³; 873,6 тыс. т С). НПРЛЗ, расположенные на 3,6 тыс. га земель, накопили 275,0 тыс. т С. Нелесные земли, занимающие 7,3 тыс. га площади лесного фонда, аккумулялировали 1284,5 тыс. т С.

Таблица 1 – Суммарные запасы углерода в лесном фонде Белгородской области

Преобладающая порода	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³	Суммарные запасы углерода по пулам, тыс. т С					
			Древостой	Растительность нижних ярусов	Детрит	Подстилка	Почва (0–30 см)	Итого
Сосна	19,80	5,05	1404,3	14	481,2	146,5	1411,4	3457,4
Итого хвойных	19,80	5,05	1404,3	14,00	481,2	146,5	1411,4	3457,4
Дуб высокоствольный	119,50	27,49	10070	100,70	1851,6	1919,8	5850,4	19792,5
Дуб низкоствольный	41,60	7,71	3290	32,90	789,7	686,5	2038,4	6837,5
Прочие твердолиственные	21,80	3,59	1350	13,50	299	344	1067	3073,5
Итого твердолиственные	182,9	38,79	14710	147,1	2940,3	2950,3	8955,8	29703,5
Береза	2,5	0,39	120,8	1,2	25,9	19,8	205,7	373,4
Осина	6	1,29	362,3	3,6	75	23,8	408,9	873,6
Прочие мягколиственные	7,8	1,66	450,7	4,5	94,2	42	475,6	1067
Итого мягколиственные	16,3	3,34	933,8	9,3	195,1	85,6	1090,2	2314
Прочие породы	0,4	0,02	7,7	0,8	1,7	5,9	19,6	35,7
Кустарники	0,1					0,5	6,1	6,6
Итого ПРЛЗ	219,5	47,2	17055,8	171,2	3618,3	3188,8	11483,1	35517,2
НПРЛЗ	3,6		1,5	10,7		15,1	247,7	275
Лесные земли	223,1	47,2	17057,3	181,9	3618,3	3203,9	11730,8	35792,2
Нелесные земли	7,3			29,4			1255,1	1284,5
Всего в лесном фонде	230,4	47,2	17057,3	211,3	3618,3	3203,9	12985,9	37076,7

Всего суммарные запасы углерода земель лесного фонда и произрастающей на них растительности Белгородской области составляют 37076,7 тыс. т С. При этом распределение по пулам следующее: древостои (лесные земли) – 46,0, растительность нижних ярусов – 0,6, детрит (лесные земли) – 9,8, подстилка (лесные земли) – 8,6, почва (0–30 см) – 35,0%. Расчеты показали, что наибольшие суммарные запасы углерода аккумулированы в стволовой древесине – 17057,3 и почве (0–30 см) – 12985,9 тыс. т С (таблица 2).

Таблица 2 – Поглощение углерода ПЛРЗ Белгородской области

Преобладающая порода	Площадь, тыс. га	Запас древесины, млн м ³	Поглощение углерода пулами, тыс. т С				
			Древостоя	Детрита	Подстилки	Почвы (0–30 см)	Итого
Сосна	19,8	5,05	26,1	8,9	2,7	4,50	42,2
Итого хвойных	19,8	5,05	26,1	8,9	2,7	4,50	42,2
Дуб высокоствольный	41,6	7,71	154	28,3	6,4	18,50	207,2
Дуб низкоствольный	41,6	7,71	55	13,2	0	0,00	68,2
Прочие твердолиственные	21,8	3,59	39	8,6	2,0	5,79	55,39
Итого твердолиственные	182,9	38,79	248	50,2	8,4	24,3	330,9
Береза	2,5	0,39	2,7	0,6	0,4	0,92	4,62
Осина	6	1,29	8	1,7	0,5	0,90	11,1
Прочие мягколиственные	7,8	1,66	8	1,7	0,7	0,11	10,51
Итого мягколиственные	16,3	3,34	18,7	3,9	1,7	1,93	26,23
Прочие породы	0,4	0,02	0	0,0	0,0	0,30	0,3
Кустарники	0,1	0	0	0,0	0,0	0,00	0
Итого ПЛРЗ	219,5	47,2	292,8	63	12,8	31,02	399,52

Как известно, леса обладают природными механизмами относительно быстрого депонирования атмосферного углерода, в первую очередь за счет накопления его в древесине. Расчеты, приведенные в таблице 2 (по состоянию на 1.01.2017 г.), показывают, что лесными экосистемами ПЛРЗ Белгородской области ежегодно из атмосферы поглощается 399,52 тыс. т С*год⁻¹, в том числе древостоями – 292,8 тыс. т С*год⁻¹ (73,3 %). При этом наибольшая доля депонирования углерода из атмосферы приходится на древостои дуба высокоствольного – 207,2 тыс. т С*год⁻¹ (38,6 %).

К сожалению, на круговорот углерода в лесном фонде, в том числе Белгородской области, влияют и факторы, снижающие величину его стока в первую очередь - рубки спелого леса, рубки ухода за лесными насаждениями, сплошные и выборочные санитарные рубки, лесные пожары [1].

По полученным данным [2] в период 2012–2017 гг. среднегодовые объемы всех рубок составляли 2318,2 га по площади и 45861,0 м³ по выбираемому древесному запасу, что по нашим расчетам ежегодно приводило к снижению поглощения углерода насаждениями на 141,433 тыс. т С*год⁻¹ (35,4 %). Существенное отрицательное влияние на цикл углерода в лесных экосистемах оказывают и лесные пожары, однако по имеющимся данным в период 2012-2017 гг. в лесном фонде Белгородской области их не зафиксировано.

С учетом отрицательного воздействия на круговорот углерода различных видов рубок, бюджет углерода в лесном фонде Белгородской области в период 2012–2017 гг. и в ближайшей перспективе будет положительным, составляя 258,087 тыс. т С.

Заключение. В результате проведенных исследований определены суммарное накопление углерода в лесном фонде Белгородской области, круговорот углерода и роль основных пулов в нем, ежегодный объем поглощения углерода и его бюджет с учетом негативного воздействия различных рубок. При сохранении существующих объемов рубок, качественном и своевременном проведении противопожарных мероприятий лесной фонд Белгородской области еще долгое время будет оставаться местом стока углерода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Замолодчиков Д. Г. Влияние пожаров и заготовок древесины на углеродный баланс лесов России / Д. Г. Замолодчиков, В. И. Грабовский, П. П. Шуляк, О. В. Честных // Лесоведение. – 2013. – № 5. – С. 36–49.
2. Лесной план Белгородской области / Департамент лесного комплекса Белгородской области // Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Белгород, 2012.
3. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / Отв. ред. акад. Г. А. Заварзин. – М. : Наука, 2007. – 286 с.
4. Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства : Программа по национальным кадастрам парниковых газов / МГЭИК. – М. : МГЭИК, 2003. – 648 с.
5. Таранков В. И. Мониторинг лесных экосистем : учеб. пособие / В. И. Таранков // Федеральное агентство по образованию, Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2006. – 300 с.
6. Shanin, V. N. Modelling carbon and nitrogen dynamics in forest ecosystems of Central Russia under different climate change scenarios and forest management regimes / V. N. Shanin, A. S. Komarov, A. V. Mikhailov, S. S. Bykhovets // Ecological Modelling. – 2011. – V. 222. – P. 2262–2275.

УДК 574.4;631.82:631.86:631.582

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА КРУГОВОРОТ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЗЕРНОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ

Золкина Екатерина Ивановна, научный сотрудник, ВНИИОУ – филиал ФБГНУ «Верхневолжский ФАНЦ», Россия, Владимирская область, п. Вяткино, *ek.zolkina2017@yandex.ru*

В результате проведения научных исследований в длительном полевом опыте изучено влияние минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрения на круговорот органического вещества и баланс элементов питания. Применение органо-минеральной системы удобрений средних доз (навоз 10 т/га + N₅₀P₂₅K₆₀), обеспечивающих бездефицитный баланс элементов питания, способствовало получению на легких дерново-подзолистых почвах урожайности 32,0 ц/га при интенсивности баланса 132–171 %. В биомассе корнепозжнивных остатков аккумулируется от 34–48 кг/га азота, от 17,5–21 кг/га фосфора, от 35–60 кг/га калия.

Ключевые слова: система удобрения, дерново-подзолистая почва, севооборот, баланс, азот, фосфор, калий, продуктивность.

THE INFLUENCE OF DIFFERENT FERTILIZER SYSTEMS ON THE CYCLE OF ORGANIC MATTER AND NUTRIENTS IN THE GRAIN CROP ROTATION

Zolkina E. I.

As a result of scientific research in the long-term field experience, the influence of mineral, organic and organo-mineral fertilizer systems on the cycle of organic matter and the balance of nutrients has been studied. Application of organic-mineral system of fertilizers average doses of manure 10 t/ha + N₅₀P₂₅K₆₀, ensuring non-deficit balance of nutrients, contributed to the production on light sod-podzolic soils the yield of 32.0 kg./ha with the intensity balance 132–171%. The biomass of root crop residues accumulates from 34–48 kg / ha of nitrogen, from 17.5–21 kg/ha of phosphorus, from 35–60 kg/ha of potassium.

Keywords: fertilizer system, soddi-podzolic soil crop rotation, balance, nitrogen, phosphorus, potassium, productivity

Введение. Биологический круговорот веществ как важнейший фактор развития плодородия почв продолжается и при смене естественной растительности на культурную. Весьма существенным показателем биологического круговорота считается объем годичного опада, т. е. количество растительных остатков, ежегодно вовлекающееся в процессы почвообразо-

вания [1]. Применение органических и минеральных удобрений является наиболее существенным фактором, способствующим сохранению и повышению плодородия почв наряду с воздействием на общий уровень урожайности сельскохозяйственных культур [2].

Цель работы – изучить влияние длительного применения соломы, минеральной и органической систем удобрения на изменение параметров круговорота биогенных элементов, в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистой почве.

Материалы и методы исследований. В длительном стационарном опыте, заложенном в 1968 г. проводили сравнительное изучение трех систем удобрения: органической, органо-минеральной и минеральной, при двух уровнях удобренности, эквивалентных по количеству питательных веществ среднегодовому внесению 10 и 20 т/га навоза. В опыте изучали эффективность заделки соломы в почву в качестве органического удобрения, а также последствие ранее внесенных удобрений. Повторность 4-кратная, площадь делянок – 161 м². Данные представлены за 11-ю ротацию севооборота (2014–2018 гг.). Минеральные удобрения в опыте вносили согласно плану под все культуры севооборота, кроме люпина. Длительный стационарный опыт заложен в севообороте: однолетний люпин – озимая пшеница – картофель – ячмень.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая супесчаная, низкой степени окультуренности. Перед закладкой опыта в пахотном (0–20 см) слое содержалось: гумус 1,05–1,17 %, подвижный фосфор (по Кирсанову) – 14–25 мг/кг, обменный калий (по Масловой) – 63–104 мг/кг, рН 6,2–6,5, гидролитическая кислотность – 1,0–2,2 мг-экв/100г.

Чередование культур в зернопропашном севообороте: однолетний люпин – озимая пшеница – картофель – ячмень. Схема опыта состоит из 16 вариантов. В работе использовали данные полученные в вариантах: 1) без удобрений; 2) навоз подстилочный 20 т/га; 3) N₅₀P₂₅K₆₀; 4) N₁₀₀P₅₀K₁₂₀ + солома; 5) навоз 10 т/га + N₅₀P₂₅K₆₀; 6) N₁₀₀P₅₀K₁₂₀; 7) N₅₀P₂₅K₆₀ + солома; 8) навоз 10 т/га + N₁₀₀P₅₀K₁₂₀.

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия в 11-й ротации (2014–2018 гг.) были благоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур. Многолетние данные опыта по ротациям севооборота показали, что при внесении удобрений в повышенных дозах отчетливо выявляется преимущество органо-минеральной системы удобрений. В среднем за 11 ротаций прирост продуктивности от органо-минеральной системы удобрений на 1,7 ц. з. е./га выше органической системы и на 1,2 ц. з. е./га выше минеральной. Увеличение доз удобрений до 405 кг/га в варианте высоких доз не приводило к существенному росту продуктивности севооборота.

Особый интерес представляют исследования баланса элементов питания (N, P, K) в длительных стационарных опытах с удобрениями [3]. Без использования удобрений в 11-й ротации севооборота поступление азота с симбиотической азотфиксацией люпином компенсировало только 65 % выноса азота, баланс составил 140 кг/га за весь период. Интенсивность баланса азота при среднегодовой дозе N₅₀ составила (%): по органической системе удобрения – 101, органо-минеральной – 132, минеральной – 75, при дозе N₁₀₀ соответственно 152, 167 и 122 %. Коэффициент использования азота навоза составлял 26 % при средней дозе его внесения и 25 % – при высокой, в то время как азота минеральных удобрений, соответственно 62 и 40 %.

Вследствие меньшей продуктивности посевов при внесении органических удобрений, по сравнению с минеральными интенсивность баланса фосфора по органической системе удобрения составила 89–171 %, в то время как по органо-минеральной 160–219 %, минеральной 77–143 %. Положительный баланс калия получен при внесении калийных удобрений не менее 60 кг/га д. в. в год. Интенсивность баланса по органической, минеральной и органо-минеральной системам удобрения составила 143–239, 95–169 и 71–286 %, соответственно.

Таблица 1 – Баланс питательных веществ и коэффициенты их использования из органических и минеральных удобрений за 11-ю ротацию севооборота (2014–2018 гг.)

Вариант опыта	Баланс, кг/га			Интенсивность баланса, %			Коэффициенты использования		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1. Без удобрений	-140	–	–	32	–	–	–	–	–
2. Навоз 20 т/га	169	83	279	152	171	239	25	20	18
3. N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	-97	-30	-12	75	77	95	62	53	57
4. N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀ + солома	178	84	316	150	163	223	29	26	25
5. N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀ + навоз 10 т/га	117	60	196	132	160	171	33	32	35
6. N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀	89	65	197	122	143	169	40	29	35
7. N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀ + солома	-92	-14	24	76	91	97	61	49	50
8. N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀ + навоз 10 т/га	273	148	389	167	219	286	30	25	30

Одной из задач при проведении многолетнего стационарного опыта является изучение состояния органического вещества почвы. Наряду с использованием органических удобрений (навоза, соломы, сидератов) важная роль отводится корнепоживным остаткам растений. Согласно проведенным исследованиям, надземные растительные остатки (стерня и опад) и подземные растительные остатки (корни) составили 37–42 ц/га сухого вещества (рисунок).

В варианте с внесением 20 т/га подстилочного навоза общая масса растительных остатков увеличивалась на 43 %, при совместном внесении навоза с минеральными удобрениями – на 30,1% и минеральных удобрений в дозе N₁₀₀P₅₀K₁₂₀ – до 40 %. В структуре накопление биомассы однолетнего люпина на долю корнепоживных остатков приходится до 50 %. Содержание азота в корневых остатках однолетнего люпина в среднем составляет (%) 1,79, фосфора 0,84, калия 2,26, в пожнивных остатках соответственно N – 1,40, P₂O₅ – 0,87, K₂O – 2,30.

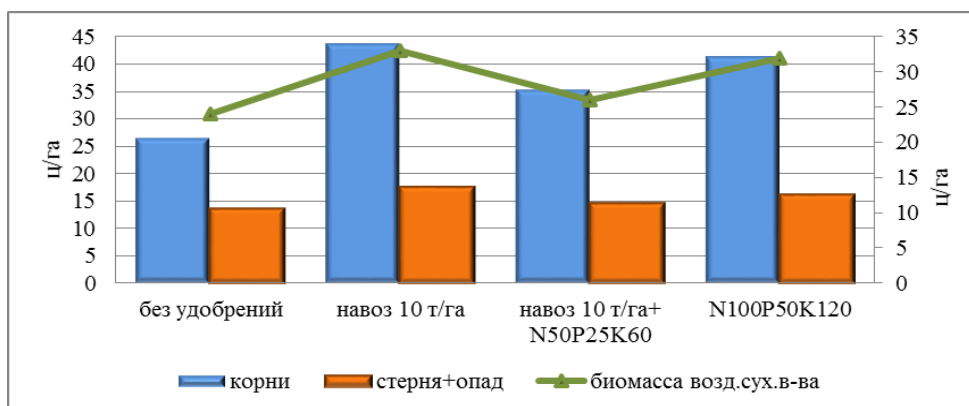


Рисунок - 1. Влияние систем удобрения на биомассу корнепоживных остатков люпина белого, ц/га воздушно-сухого вещества

В биомассе корнепоживных остатков аккумулируется от 34–48 кг/га азота, от 17,5–21 кг/га фосфора, от 35–60 кг/га калия. Накопление зеленой массы люпина в варианте с 20 т/га подстилочного навоза составило 33 ц/га сухого вещества (38 %), в варианте с повышенными дозами минеральных удобрений N₁₀₀P₅₀K₁₂₀ – 32 ц/га (33 %) относительно варианта без удобрений.

Заклучение. В полевом опыте по изучению влияния длительного применения различных систем удобрения на круговорот органического вещества и элементов питания в зерно-пропашном севообороте наибольшая продуктивность в 11-й ротации была получена при использовании средних доз органоминеральной системы удобрений – 32,0 ц/га. Оплата 1 кг НРК составила 8,1 кг з. е. Применение повышенных доз питательных элементов в минеральной, органоминеральной и органической системах удобрений было менее эффективным. Оплата 1 кг питательных веществ составила 3,4–5,1 кг з. е. Интенсивность баланса азота за ротацию севооборота при среднегодовой дозе N₅₀ составила (%) по органической системе удобрений – 101, органоминеральной – 132, минеральной – 75, при дозе N₁₀₀ соответственно 152, 167 и 122 %. Положительный баланс фосфора обеспечило внесение с удобрениями по-

вышенной дозы фосфора (P₅₀). Положительный баланс калия получен при внесении калийных удобрений в дозах не менее 60 кг/га д. в. в год.

Внесение дополнительного количества биомассы послеуборочных остатков в течение длительного времени в варианте с внесением 20 т/га подстильного навоза общая масса растительных остатков увеличивалась на 43 %, при совместном внесении навоза с минеральными удобрениями – на 30,1% и минеральных удобрений в дозе N₁₀₀P₅₀K₁₂₀ – до 40 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков В. Ф. Социально-экономические аспекты плодородия почв. / В. Ф. Вальков, Т. В. Денисова // Экология и природопользование. – 2007. – № 2. – С. 38–39.

2. Лапа В. А. Продуктивность севооборотов и изменение плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном применении удобрений / В. В. Лапа, Н. Н. Ивахненко // Агрехимия. – 2012. – № 9. – С. 41–48.

3. Русакова И. В. Влияние соломы зерновых и зернобобовых культур на содержание углерода, агрохимические свойства и баланс элементов питания в дерново-подзолистой почве / И. В. Русакова // Агрехим. Вестник. – 2015. – № 6 – С. 6–10.

УДК 631.842.4

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ АЗОТА И ПРОГНОЗ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Чокина Виталий Василевич, младший научный сотрудник, Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв имени Николая Димо, Республика Молдова, г. Кишинёв, vitalie_ciochina@mail.ru

Технология роста и выращивания озимой пшеницы в основном направлена на повышение и поддержание плодородия почвы. Исследования проводились в 2016–2017 сельскохозяйственных годах на черноземе карбонатном, южной части Республики Молдова. Исследования показали, что как недостаток, так и избыток удобрений вредны и для почвы, и для здоровья человека. Поэтому необходимо проводить внесение удобрений в соответствии с научными нормами, опираясь на данные о состоянии плодородия почвы и необходимости питательных веществ, особенно азота. В статье представлены результаты количественной и качественной зависимости между применяемыми дозами азота и урожаем озимой пшеницы.

Ключевые слова: чернозем карбонатный, урожай, минеральные удобрения, нитраты, общий азот в растениях, озимая пшеница.

DYNAMICS OF NITROGEN ACCUMULATION AND FORECAST OF WINTER WHEAT HARVEST

Chiokina V. V.

The winter wheat growth and cultivation technology, mainly aims to improve and maintain soil fertility. The studies were conducted in the 2016-2017 agricultural years on chernozem carbonate (calcareous), in the southern part of the Republic of Moldova. Studies have shown that both deficiency and excess fertilizer are harmful to the soil and human health. Therefore, it is necessary to carry out the application of fertilization in accordance with scientific standards, based on the soil fertility state and nutrients necessity, especially nitrogen. The article presents the obtained results, quantitative and qualitative relationships between the applied nitrogen doses and the resulting crop of winter wheat.

Keywords: chernozem carbonate, harvest, mineral fertilizers, nitrates, total nitrogen, winter wheat.

Введение. Для изучения действия удобрений на уровень и качество урожая необходимо исследовать почву, растения и действие на них удобрений. Чтобы иметь возможность использовать данные анализа почвы и растений, мы должны иметь в качестве стандарта характеристику оптимального питания в конкретных условиях [3]. Потребление азота для озимой

пшеницы было установлено для производства 1 тony основной и вторичной продукции, что составляет 33,0 кг/т при урожае 4 т/га, или 132 кг/га от общего азота в почве [2].

Обобщённые экспериментальные данные показали, что для четырех подтипов черноземов общая доля азота колеблется от 0,21–0,22 % для обыкновенных и карбонатных черноземов до 0,23–0,24 % для типичных и выщелоченных черноземов [1]. Исследования динамики почвенного азота при формировании посевов озимой пшеницы в период 1960–2000 гг., показали мобилизацию в общей сложности 1678,5 тыс. т азота, ежегодно 42 тыс. т или 122,5 кг/га. В настоящее время средний экспорт составляет 59 кг/га азота, а уровень урожая снижался до 23,3 ц/га в целом по республике.

Материалы и методы. Исследования проводились на экспериментальной станции агрохимической лаборатории в степной зоне Южной Молдавии в с. Григорьевка Каушанского района на карбонатном черноземе малогумусном (содержание гумуса – 3,2–3,4 %). Опыт был заложен в 1960 г., включая 4 поля, 4-кратную повторность и 4 культуры в севообороте: горох – озимая пшеница – кукуруза на зерно и подсолнечник. Общее содержание азота в пахотном слое составляет 0,21–0,22 %, фосфора – 0,17–0,19 %, CaCO₃ – 1,5–2,0 %, pH 7,9–8,1. Содержание подвижного фосфора (по Мачигину) в контрольном варианте составляет 1,0 мг P₂O₅ на 100 г почвы, а в вариантах с внесенными дозами N_{60–120–180} его содержание повысилось до 3,3–3,5 мг P₂O₅ на 100 г почвы. Содержание обменного калия составляет 32–35 мг K₂O на 100 г почвы. Количество осадков в сельскохозяйственных годах 2016–2017 составило 397 мм, а температура воздуха около 9,9 °С, что является благоприятным годом для сельскохозяйственных культур.

Биологическим материалом был сорт озимой пшеницы Соррейл со следующими показателями качества семян: масса 1000 зерен – 40 г, всхожесть – 95 %, чистота – 98 %. Почву удобряли осенью под борозду аммофосом – 12 : 46 %, весной аммиачной селитрой (34,4 %) на стадии кущения. Предшественник – горох, который был собран 2 июля. Норма высева 210 кг/га, посевная была проведена 22 сентября 2016 г., при этом густота посева составила 495 семян на 1 м², удобряли площадки вручную. Образцы почвы отбирались в фазах кущения, цветения и полной спелости. Общее содержание азота, фосфора и калия определяли в фазе кущения с использованием метода Кьельдаля.

Результаты исследования. До заложения опыта и внесения удобрений, почва имела очень низкий уровень обеспечения азотом и фосфором. Основываясь на данных лабораторных анализов, уровень фосфора был увеличен для того, чтобы увеличить агрофон на 2,3–2,5 мг P₂O₅ на 100 г почвы. Состояние растений в фазе кущения слегка отличалось зеленовато-желтоватым оттенком, благодаря установке "азотного голода" в контрольном и N₆₀ вариантах.

На рисунке 1 показана разница между общим содержанием азота в растениях при кущении в контрольных и экспериментальных вариантах N₆₀, N₁₂₀, N₁₈₀ в виде кривой роста, которая показывает, по литературным данным, наличие общего азота в 4,25 %. Прогнозируемый урожай превышает 3,0 т/га, в варианте N₆₀ при общем азоте 4,41 % урожайность выше 4 т/га, урожай при N₁₂₀ увеличился до 5 т/га. При применении дозы азота 180 кг/га общее содержание азота поддерживается на уровне 120 кг N/га, уровень урожая незначительный.

Таблица 1 – Корреляция между общим содержанием азота (%) в побегах в фазе кущения и прогнозом урожая

Вариант	N общий, %	Урожай зерна, т/га
Контроль	4,25	3,22
N ₆₀	4,41	4,96
N ₁₂₀	4,57	5,24
N ₁₈₀	4,56	5,59

Более высокий урожай пшеницы был получен при применении азотных удобрений N_{60–120}, с оптимальным содержанием фосфора 4,96–5,24 т/га.

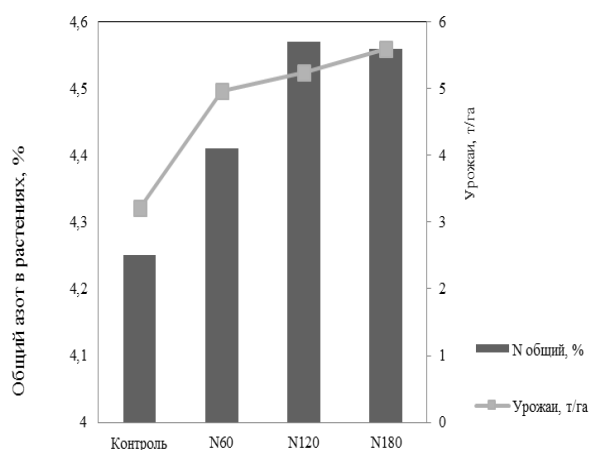


Рисунок 1 – Корреляция между общим содержанием N в растениях в фазе кущения и прогнозом урожая

Анализируя данные по НРК (таблица 2) в контрольном варианте и трех удобренных вариантах N₆₀₋₁₂₀₋₁₈₀, замечаем разницу в 0,54–0,92 %, соответственно 0,19–0,38 % между вариантом N₆₀ и вариантами N₁₂₀, N₁₈₀.

Таблица 2 – Необходимый экспорт питательных веществ для растений озимой пшеницы в фазе кущения

Вариант	N общ.	P общ.	K общ.	Необходимая сводка N + P + K	Вынос			Соотношение		
	%	%	%		N	P	K	N	P	K
Контроль	4,25	0,92	2,96	8,13	25,97	5,62	18,09	1	0,22	0,70
N ₆₀	4,41	1,11	3,15	8,67	27,92	7,03	19,94	1	0,25	0,71
N ₁₂₀	4,57	1,14	3,15	8,86	30,07	7,50	20,73	1	0,25	0,69
N ₁₈₀	4,56	1,15	3,34	9,05	31,01	7,82	22,71	1	0,25	0,73

Следуя динамике накопления сухого вещества и химического состава озимой пшеницы на разных уровнях азота, было продемонстрировано, что эта разница более выражена на первых фенологических фазах, для обеспечения баланса питательных веществ.

Таблица 3 – Динамика нитратного азота в слое 1 м (кг/га) в течение вегетационного периода

Критические фазы	Контроль	N ₆₀	N ₁₂₀	N ₁₈₀
Кущение	57,1	69,8	104,9	83,3
Цветение	23,5	58,8	36,3	35,9
Полная спелость	29,1	34,7	45,5	68,3

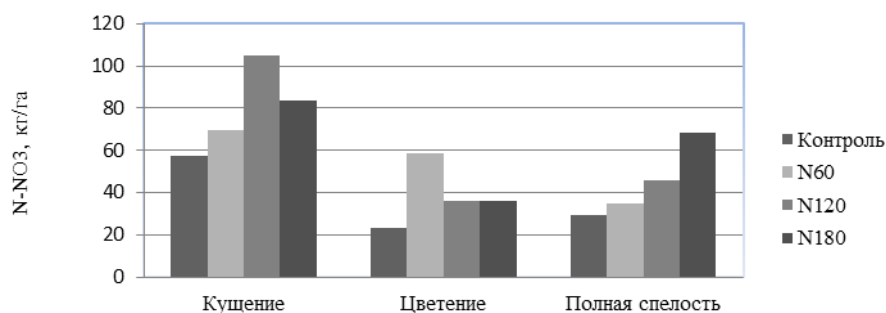


Рисунок 2 – Динамика азота в течение вегетационного периода

Общая потребность в макроэлементах на карбонатных черноземах увеличения урожая заключается в обеспечении почвы азотом – 28–31 кг/т и фосфором – 7–8 кг/т, калий поглощается из почвы благодаря минералогическому составу.

Количество нитратов было показано в таблице 3, в соответствии с метровым слоем, при наблюдении в трех критических вегетативных фазах. Для более четкого представления данных на рисунке 2 показана динамика азота в почве под озимой пшеницей. Запасы нитратов в пахотном слое при контроле на стадии кущения составили 29,5 кг/га в N₆₀₋₁₂₀₋₁₈₀, т. е. увеличились на 3,8–14,2–24,8 кг/га. В фазе растений с максимальным потреблением количество нитратов в контрольном варианте – 12,5 кг/га, а в экспериментальных вариантах N₁₂₀₋₁₈₀ уменьшилось по сравнению с контролем до 7,1–10,3 кг/га, только при N₆₀ оставалось высоким. При полной спелости контроль составлял 15,8 кг/га, а в вариантах N₁₂₀₋₁₈₀ показатели снижались по сравнению с фазой цветения, что означает, что растение потребляет азот в следующих фазах, но в небольших количествах. В метровом слое почвы растения употребляют наибольшее количество нитратов, поэтому желательно удобрить карбонатный чернозем оставшимися запасами нитратов, для лучшего роста и развития растений, особенно на критических стадиях развития озимой пшеницы.

Выводы:

1. Экспериментальные данные, полученные при выращивании озимой пшеницы, а также и по литературным источникам указывают на то, что знание уровня содержания общего азота (%) в растениях, определенного в стадии кущения, может дать прогноз раннего урожая. Если содержание общего азота в озимой пшеницы превышает 4 %, то можно получить урожай до 4–5 т/га зерна.

2. На динамику содержания азота в почве влияет доза внесения азотного удобрения и способность его нитрификации в почве.

3. Внесение минеральных удобрений в почву в фазе кущения озимой пшеницы, способствует развитию и повышению её продуктивности.

4. С экономической точки зрения, хотя доза N₆₀ является более выгодной, доза N₁₂₀ будет применяться для обеспечения высокого уровня урожая и поддержания плодородия почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андриеш С. В. Агрохимия плодородия питательных элементов и экология почв / С. В. Андриеш. – Кишинёв : Изд-во Понтос, 2011. – 223 с.

2. Донос А. И. Накопление и превращение азота в почву / А. И. Донос. – Кишинёв : Изд-во Понтос, 2008. 206 с.

3. Тульчинская Б. И. К диагностике потребности в озимой пшеницы в удобрениях / Б. И. Тульчинская // Диагностика потребности растений в удобрениях. – М. : Колос, 1970. – С. 277–279.

УДК 581.522.6 (575.2)

БИОГЕННАЯ МИГРАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОГО ПРИССЫКУЛЬЯ

Кенжебаева Айгуль Викторовна, старший преподаватель кафедры экологии и защиты окружающей среды Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина, Кыргызская Республика, г. Бишкек, sezim73@mail.ru.

Рассчитаны некоторые показатели биогенной миграции меди и свинца в дикорастущих и сельскохозяйственных культурах прибрежной зоны Восточного Прииссыкулья. Биогенная миграция зависит от видовой принадлежности растений и условий местообитаний. Медь относится к элементам слабого или среднего захвата, свинец – слабого захвата. По величинам коэффициентов биогеохимической подвижности и частной биогенности элементы располагаются в убывающий ряд: медь > свинец.

Ключевые слова: медь, свинец, коэффициент биологического поглощения, коэффициент биогеохимической подвижности, частная биогенность.

BIOGENIC MIGRATION OF SOME ELEMENTS IN THE PLANTS OF THE COASTAL ZONE OF THE EASTERN ISSYK-KUL REGION

Kenzhebaeva A. V.

Some indicators of the biogenic migration of copper and lead in wild-growing and agricultural crops of the coastal zone of the Eastern Issyk-Kul region are calculated. Biogenic migration depends on plant species and habitat conditions. Copper belongs to the elements of weak or medium capture, lead - weak capture. According to the values of the coefficients of biogeochemical mobility and private biogenicity, the elements are arranged in a descending order: copper > lead.

Key words: copper, lead, coefficient of biological absorption, coefficient of biogeochemical mobility, private biogenicity.

Введение. Известно, что микроэлементы, несмотря на низкую распространенность в земной коре и присутствие в живом веществе в очень малых количествах, имеют большое биологическое значение [1, 5]. Так, медь является необходимым элементом, входит в состав многих ферментов, участвует в синтезе сложных соединений. Свинец присутствует во многих растениях и животных в концентрациях от тысячных до миллионных долей процента, отмечается стимулирующее действие на рост растений некоторых его солей при низких концентрациях [3, 5]. Проникая через листья и поглощаясь корнями растений из почвенных растворов, элементы способны к активной миграции по пищевым цепям. При определенных условиях может происходить их избыточное накопление в дикорастущих и сельскохозяйственных растениях, что опасно для человека и животных. Биологический круговорот элементов в ландшафтах с позиций биогеохимии можно охарактеризовать наиболее распространенными показателями: коэффициент биологического поглощения, биогеохимическая подвижность элементов и др. Цель наших исследований – изучить количественные показатели биогенной миграции меди и свинца в доминирующих видах растений прибрежной зоны Восточного Прииссыккуля.

Методы исследований. Отбор растений проводили в течение 2012–2014 гг. в летний период. Виды определяли, используя фундаментальные сводки. Растительный покров прибрежной зоны Восточного Прииссыккуля разнообразный, из дикорастущих растений здесь широко представлены виды полыней – *Artemisia*, из кустарников: облепиха туркестанская – *Hippophae turkestanica*, барабарис разноножковый – *Berberis sphaerocarpa*, из возделываемых культур: пшеница озимая – *Triticum aestivum*, эспарцет песчаный – *Onobrychis arenaria*.

Интенсивность биогенной миграции оценивали при помощи коэффициента биологического поглощения (коэффициент биологического накопления), рассчитываемого по формуле: $A_x = L_x / n_x$, где L_x – концентрация элемента в растении (зола); n_x – содержание элемента в горной породе или почве (валовое) [2, 6]. Доступность элементов растениям и степень использования подвижных форм элементов характеризуется коэффициентом биогеохимической подвижности [7, 8, 9], выражается формулой: $B_x = L_x / n_x^{\text{подв}}$, где B_x – коэффициент биогеохимической подвижности; L_x – концентрация элемента в растении; $n_x^{\text{подв}}$ – концентрация подвижных форм. Для описания биогеохимических особенностей растений разных местообитаний нами использовался показатель специальной, или частной биогенности [6, 9], он исчисляется по формуле: $B_c = I_x / N_x$, где I_x – содержание элемента в золе растения; N_x – кларк литосферы. Коэффициенты биогеохимической подвижности рассчитывались на концентрации подвижных форм, извлекаемых ААБ 4,8.

Результаты исследований. Медь. Коэффициент биологического поглощения (A_x) меди в барбарисе разноножковом составил 0,340; в облепихе туркестанской в зависимости от участков различается почти в 2 раза. Среди видов полыни наибольший КБП имеет полынь поздняя (*Artemisia serotina* Bunge) и полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.) – 0,432 и 0,43 соответственно. Почти одинаковое значение КБП в полыни плотной (*Artemisia compacta* Fish) и мятлике луговом (*Poa pratensis* L.) – 0,263 и 0,25. Повышенный показатель степени биогенной миграции отмечен у шалфея пустынного (*Salvia deserta* Schangin) – 0,702. Среди сельскохозяйственных растений низкий КБП имеет пшеница озимая – 0,23; в эспарцете песчаном в 1,8 раза выше (таблица 1).

Коэффициент биогеохимической подвижности (B_x) варьирует в зависимости от вида растений и почвенно-геохимических условий. Наименьшее значение выявлено в мятлике лу-

говом – 11,76. Контрастность выражена у облепихи туркестанской: в условиях уч. 3 показатель в 59 раз выше, чем на уч. 5. В барбарисе разноножковом значение V_x составило 15, 44. Среди видов семейства сложноцветных наибольшее значение показателя отмечено у полыни эстрагон – 85, 4; почти одинаково у полыни поздней и тысячелистника обыкновенного. У пшеницы озимой показатель составил 57,08 (таблица 1).

Частная биогенность (B_c) меди колеблется от 0,10 в мятлике луговом, до 0,33 в облепихе туркестанской (уч. 3) – это в 2 раза выше по сравнению с показателем в облепихе на уч. 5. Видоспецифичность проявлена у растений рода полынь.

Свинец. Коэффициент биологического поглощения (A_x) свинца варьирует в разных видах от 0,01 в полыни плотной до 0,41 в полыни эстрагон. Среди сельскохозяйственных растений КБП эспарцета песчаного на порядок выше, чем пшеницы озимой: L_x ; 0,075 и 0,06 соответственно. Показатель биогенной миграции в облепихе туркестанской на уч. 3 и 5 различается в 5,3 раза (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты биологического поглощения (A_x), коэффициенты биогеохимической подвижности (V_x), частная биогенность (B_c)

№ уч.	Место отбора	Растения	Cu			Pb		
			A_x	V_x	B_c	A_x	V_x	B_c
1	С. Курменты, 60–65 м от трассы в сторону озера	Тысячелистник обыкновенный – <i>Achillea millefolium</i> Ledeb.	0,398	49,9	0,17	0,03	0,46	0,7
		Шалфей пустынный – <i>Salvia deserta</i>	0,702	87,8	0,3	0,044	0,74	0,11
2	С. Курменты, 90 м от трассы в сторону озера	Пшеница озимая – <i>Triticum aestivum</i>	0,23	57,08	0,14	0,06	0,51	0,07
3	Л. берег реки Тюп, от трассы в 150 м в сторону озера	Облепиха туркестанская – <i>Hippophae turkestanica</i>	1,044	782,5	0,33	0,08	0,48	0,15
4	Л. берег реки Джергалан, 150 м от трассы	Мятлик луговой – <i>Poa pratensis</i>	0,25	11,76	0,10	0,235	0,12	0,3
5	Склад Джергалан, район пристани Пржевальск, 80 м от озера	Облепиха туркестанская – <i>Hippophae turkestanica</i>	0,492	13,18	0,16	0,015	0,1	0,03
6	Л. берег реки Каракол, от озера 1,5 км, г. Каракол	Полынь плотная – <i>Artemisia compacta</i>	0,263	17,54	0,22	0,01	0,65	0,2
7	С. Кой-Сары, 50 м от озера	Полынь поздняя – <i>Artemisia serotina</i>	0,432	48,08	0,18	0,091	0,6	0,11
8	Пансионат Марко-Поло, 200–250 м от озера	Полынь эстрагон – <i>Artemisia dracuncululus</i>	0,43	85,4	0,11	0,41	0,19	0,04
9	С. Покровка, 50 от трассы	Эспарцет песчаный – <i>Onobrychis arenaria</i>	0,406	29,13	0,16	0,075	0,66	0,07
10	Окраина с. Чичкан, от трассы 200–250 м	Барбарис Разноножковый – <i>Berberis heteropoda</i>	0,340	15,44	0,14	0,07	0,06	0,03

Коэффициент биогеохимической подвижности (V_x) свинца в растениях варьирует от 0,1 до 0,74. В облепихе туркестанской на уч. 3 показатель в 4,8 раза больше, чем на уч. 5. Виды полыни располагаются в порядке уменьшения V_x : *Artemisia compacta* > *Artemisia serotina* > *Artemisia dracuncululus*. В пшенице озимой показатель составил 0,51; в эспарцете песчаном – в 1,2 раза выше (таблица 1).

Частная биогенность (B_c) свинца в растениях колеблется от 0,03 до 0,7. В облепихе туркестанской на разных участках показатель варьирует до 5 раз. В растениях рода полынь колебания составляют от 1 до 5 раз. В пшенице озимой и эспарцете песчаном показатели не отличаются (таблица 1).

Выводы. Из результатов проведенных нами исследований следует:

1. Биогенная миграция зависит от видовой принадлежности растений и почвенно-экологических условий, что согласуется с литературными данными.

2. Интенсивность вовлечения меди в биогеохимические циклы для разных видов растений колеблется от 0,23 до 1,044: по свинцу – в диапазоне от 0,01 до 0,41. То есть медь относится к элементам слабого или среднего захвата. Свинец – слабого захвата.

3. Среди сельскохозяйственных культур низкая степень биогенной миграции меди и свинца отмечена в пшенице озимой.

4. Коэффициенты биогеохимической подвижности меди выше, чем свинца, во всех растениях. При этом, степень использования подвижных форм меди пшеницей озимой превышает значение в эспарцете песчаном почти в 2 раза. По свинцу наоборот: в пшенице выше, чем в эспарцете песчаном.

5. Разные виды растений неодинаковых местообитаний накапливают меди больше, чем свинца. Среди возделываемых культур показатель частной биогенности меди в эспарцете песчаном выше, чем в пшенице озимой. По свинцу различия не отмечены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях [Текст] / Ю. В. Алексеев. – Л. : Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1987. – 142 с.

2. Алексеенко В. А. Геоботанические исследования [Текст] : учеб. пособие для решения ряда экологических задач и поисков месторождений полезных ископаемых / В. А. Алексеев. – М. : Логос, 2012. – 244 с.

3. Вадковская И. К. Химические элементы и жизнь в биосфере [Текст] / И. К. Вадковская. – Минск : Высшая школа, 1981. – 175 с.

4. Ганжара Н. Ф. Ландшафтоведение [Текст] : учеб. пособие / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, О. Е. Ефимов, М. В. Злобина. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 130 с.

5. Кабата Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях [Текст] / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.

6. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта [Текст] / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. – М. : Астрей-2000, 1999. – 341 с.

7. Попова Л. Ф. Оценка уровня загрязнения почвенно-растительного покрова острова Большой Соловецкий тяжелыми металлами / Л. Ф. Попова, Ю. И. Андреева, М. В. Никитина // Принципы экологии. – 2016. – № 2. – С. 62–69.

8. Попова Л. Ф. Нормирование городских почв и организация почвенно-химического мониторинга [Текст] / Л. Ф. Попова, Н. Е. Неквасина. – Архангельск, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет им М. В. Ломоносова, 2014. – 108 с.

9. Трифонова Т. А. Экологическая геохимия [Текст]: словарь-справочник / Т. А. Трифонова, Л. А. Ширкин. – Владимир : Ред. издат. Комплекс ВлГУ, 2005. – 140 с.

УДК 581.14.1:631.81.095.337

РОСТ И РАЗВИТИЕ ЗЛАКОВЫХ РАСТЕНИЙ (ПШЕНИЦА И ЯЧМЕНЬ) ПРИ НЕКОРНЕВОМ ВНЕСЕНИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Сыщикова Дмитрий Валерьевич, кандидат биологических наук, ГУ «Донецкий ботанический сад», ДНР, г. Донецк, 2007dmitry@rambler.ru

Приходько Светлана Анатольевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ГУ «Донецкий ботанический сад», ДНР, г. Донецк

Удодов Иван Александрович, кандидат химических наук, доцент, ГУ НИИ «Реактивэлектрон», ДНР, г. Донецк

Мыслик Ирина Васильевна, кандидат химических наук, ГУ НИИ «Реактивэлектрон», ДНР, г. Донецк

В результате проведенного микрополевого эксперимента установлено, что при внекорневом применении комплексов хелатов микроэлементов, разработанных для использования при выращивании зерновых культур, отмечено статистически достоверное возрастание значений биометрических показателей надземной части растений на 11–85 %. Отмечено, что позитивный эффект хелатов микроэлементов на показатели урожайности растений более выражен у пшеницы.

Ключевые слова: хелаты, микроэлементы, пшеница, ячмень, рост, урожайность.

GROWTH AND DEVELOPMENT OF CEREALS (WHEAT AND BARLEY) AT EXTRA ROOT MICROELEMENTS ENTERING

Syshchykov D. V., Prikhodko S. A., Udodov I. A., Mysnik I. V.

As a result of carried out microfield experiment it is established that at extra root application of microelements chelates complexes developed for use at grain crops cultivation is noted statistically reliable increase of values of biometric indicators of an aboveground part of plants for 11–85 %. It was noted that the positive effect of microelements chelates on indicators of plants productivity is more expressed at wheat.

Keywords: chelates, microelements, wheat, barley, growth, productivity.

Применение микроудобрений является важной составной частью мероприятий по повышению урожайности сельскохозяйственных культур, поскольку для нормального развития растительного организма применения только минеральных или органических удобрений недостаточно [2]. Агрехимическая и физиологическая роль микроэлементов многогранна. Они улучшают обмен веществ в растениях, устраняют его функциональные нарушения и содействуют нормальному течению физиолого-биохимических процессов. Оптимизация питания растений, повышение эффективности внесения удобрений в огромной степени связаны с обеспечением оптимального соотношения в почве макро- и микроэлементов. Новые высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных растений имеют интенсивный обмен веществ, который требует достаточной обеспеченности всеми элементами питания, включая и микроэлементы [1].

В сельскохозяйственном производстве длительный период в качестве микроудобрений использовали, в основном, неорганические соли отдельных металлов или отходы химической промышленности, в которых содержались те или иные микроэлементы. Кроме того, химической промышленностью был освоен выпуск минеральных удобрений с наличием отдельных микроэлементов (марганцевый, марганцево-борный, молибденово-борный суперфосфат и др.). Однако установлено, что для растений наиболее эффективны биологически активные микроэлементы в форме комплексонатов (хелатов) металлов [2, 4, 5].

Объектами исследований были растения пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) сорта Дарина и ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare* L.) сорта Прерия. Растения выращивались на опытном участке ГУ «Донецкий ботанический сад» с соблюдением агротехники возделывания данных культур. Некорневое внесение хелатов микроэлементов осуществлялось через 14 дн после появления всходов из расчета 4 л/га. Исходная композиция микроэлементов была разбавлена в отношении 1 : 100. Для растений пшеницы использовалась композиция микроэлементов следующего состава: Mn – 15,0; Cu – 15,0; Zn – 4,0; Mo – 2,0; Co – 0,5 г/л, а для ячменя – Mn – 16,0; Cu – 12,0; Mo – 1,0; Co – 0,5 г/л. При разработке базовых составов жидких комплексных хелатных микроудобрений (ЖКМУ) учитывались: необходимость растений в микроэлементах, содержание биогенных элементов в почвах, рН почв региона, а также рН и жесткость вод, используемых для приготовления рабочих растворов. Для получения сырьевых комплексных ЖКМУ были использованы цинксодержащие отходы (цинковая изгарь) предприятий горячего цинкования и отработанный катализатор СГО-15КФ. Указанные отходы были использованы для получения цинк-, молибден- и кобальтсодержащего сырья, которые необходимы для синтеза ЖКМУ.

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по общепринятым методам параметрической статистики на 95% уровне значимости по Б. А. Доспехову и Ю. Г. Приседскому [3, 6].

В результате проведенного микрополевого эксперимента установлено, что при внекорневом применении комплексов хелатов микроэлементов, разработанных для использования при выращивании зерновых культур, наиболее существенное увеличение морфометрических показателей отмечено у растений пшеницы (таблица).

Таблица – Биометрические показатели ячменя и пшеницы при действии жидких комплексных хелатных микроудобрений

Вариант опыта	Высота растения, см		Количество стеблей		Количество колосьев		Количество зерен в 1 колосе		Масса зерен с 1 растения, г	
	$M \pm m$	% контр.	$M \pm m$	% контр.	$M \pm m$	% контр.	$M \pm m$	% контр.	$M \pm m$	% контр.
Ячмень										
Контроль	42,2±1,93	–	1,3±0,15	–	1,1±0,07	–	10,4±0,98	–	0,34±0,06	–
МЭ	50,0±1,51*	118,5	1,5±0,2	114,5	1,1±0,07	103,1	13,3±0,88*	127,2	0,55±0,08*	160,2
Пшеница										
Контроль	44,7±2,91	–	1,1±0,07	–	1,1±0,07	–	15,4±1,29	–	0,41±0,06	–
МЭ	60,5±3,06*	135,5	1,9±0,3*	181,3	1,7±0,27*	162,5	18,9±1,01*	122,6	0,97±0,14*	236,1
Примечание. * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$										

Так, если высота растения, количество стеблей и сформированных колосьев у пшеницы возрастали на 35, 81 и 63 % по отношению к контролю соответственно, то для ячменя зафиксировано увеличение на 18 % только высоты растений, тогда как для остальных показателей не установлено статистически достоверных отличий относительно контроля.

Анализ влияния хелатов микроэлементов на показатели продуктивности растений показал, что количество зерен в 1 колосе у обеих культур превышало контрольные показатели более чем на 20 %, тогда как позитивный эффект хелатов микроэлементов на массу зерен с 1 растения был более выражен у пшеницы (увеличение на 236 %) по сравнению с ячменем (увеличение на 160 %).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что применение комбинации хелатированных форм микроэлементов приводит к увеличению как морфометрических показателей, так и значений урожайности пшеницы и ячменя, что дает возможность рекомендовать разработанный ГУ НИИ «Реактивэлектрон» комплекс хелатов микроэлементов для использования при выращивании зерновых сельскохозяйственных культур в агроклиматических условиях Донбасса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок П. И. Микроудобрения / П. И. Анспок. – Л. : Агропромиздат, 1990. – 272 с.
2. Булыгин С. Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С. Ю. Булыгин, [и др.]: под ред. С. Ю. Булыгина. – Днепропетровськ : Січ, 2007. – 100 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Козлобаев А. В. Влияние стимуляторов роста и микроудобрений на элементы продуктивности гречихи в условиях ЦЧР / А. В. Козлобаев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (43). – С. 11–18.
5. Максименко Е. П. Научные основы применения комплексных микроудобрений в рисоводстве / Е. П. Максименко, А. Х. Шеуджен // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – Т. 107 (03). – С. 1–24.
6. Приседський Ю. Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів / Ю. Г. Приседський. – Донецьк : Касіопія, 1999. – 210 с.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА С НИТРАТАМИ

Русу Александр Павлович, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Института почвоведения, агрохимии и охраны почв имени Н. А. Димо, Молдова, г. Кишинэу, rusuap@gmail.com

Использование нативного гидролизного лигнина как удобрения в дозе 20 т/га может поглощать биологически около 500 кг азота. Из этого количества, приблизительно 40 кг азота в нитратной форме закрепляется небиологически, очень быстро. А из небиологически закрепленного азота около половины фиксируется химически, а другая половина поглощается физическим или физико-химическим путем.

Ключевые слова: азот, гидролизный лигнин, поглощение нитратов, удобрение.

QUANTITATIVE INDICATORS OF THE HYDROLYSIS LIGNIN AND NITRATES INTERACTION

Rusu A. P.

The native hydrolytic lignin using as a fertilizer at a dose of 20 t/ha can biologically absorb about 500 kg of nitrogen. Of this amount, approximately 40 kg of nitrogen is fixed non-biologically in the nitrate form, very quickly. And from non-biologically fixed nitrogen, about half is fixed chemically, and the other half is absorbed by physical or physical-chemical means.

Keywords: nitrogen, hydrolyzed lignin, nitrate absorption, fertilizer.

Гидролизный лигнин образуется в форме многотоннажного отхода на гидролизных заводах. Как удобрение гидролизный лигнин имеет положительные и отрицательные качества. По внешнему виду, составу и свойствам он аналогичен слабо разложившемуся торфу. Естественная влажность может изменяться между 63...75 %. Его сухая масса в среднем на 88 % состоит из органических веществ. Размеры частиц не превышают 10 мм. Характеризуется очень маленькими показателями плотности в естественном состоянии – 0,24...0,44 г/см³. Оценивается как материал избыточно пористый (81...88 %) и с очень большой водоудерживающей способностью (210...450 %).

С агрономической точки зрения к отрицательным свойствам гидролизного лигнина следует отнести очень малое содержание азота (в среднем 0,42 % от сухого вещества) и очень широкое отношение углерод : азот ($C : N = 106 : 1$). В одной тонне лигнина с естественной влажностью содержится около 4 кг NPK, что в четыре раза меньше, чем в условном навозе. Для биохимической оптимизации $C : N$ до 25 : 1 на 100 кг сухого лигнина необходимо добавить 4,24 кг азота (106 : 25). В расчете от влажной массы оптимальное содержание азота в лигнине должно составлять около 2,6 % ($4,24 \cdot 100 : 164$). Полагаем, что это и есть то общее количество азота, которое может поглощать различными путями гидролизный лигнин.

С агрохимической точки зрения существенный недостаток – это быстрое поглощение гидролизным лигнином нитратов почвы. Средняя вносимая доза лигнина в 20 т/га поглощает химически около 40 кг/га $N-NO_3$. Поскольку нитраты почвы являются преобладающей формой азотного питания растений, внесение лигнина лимитирует их обеспечение этим самым дефицитным для земледелия химическим элементом.

Исследователи, испытывавшие гидролизный лигнин в качестве удобрения, склонны считать, что он может моментально поглощать нитраты физическим, физико-химическим и химическим способом [3, 4, 5]. В данной работе предпринята попытка при помощи нескольких лабораторных опытов воспроизвести явление быстрого поглощения нитратов гидролизным лигнином и количественно охарактеризовать это явление.

С целью определения вида поглощения нитратов отдельные образцы свежего (69 % влажности) лигнина смешивались с возрастающими количествами азотнокислого калия из расчета: 0, 80, 160, 320, 640 мг N/100 г сухого лигнина (таблица). Сразу после внесения калийной селитры брались пробы для определения нитратов и общего азота. Потом смеси каждого варианта делились на две части: одна часть помещалась в чашках Петри и стерилизовалась, другая не стерилизовалась. Обе части опыта хранились в термостате при 27 °С в течение 20 дн. Периодически, с интервалом в пять дней, проверялась стерильность в чашках. Влажность лигнина в этом и других описываемых ниже опытах поддерживалась в пределах 74...78 %. Нитраты определялись в водной вытяжке (1 : 5) дисульфифеноловым методом. По разнице между вносимыми и найденными в водной вытяжке нитратами рассчитывалась величина их поглощения.

Таблица – Поглощение нитратов гидролизным лигнином, мг N/100 г сухого лигнина, в определенные сроки, дн

Внесено нитратов	Обнаружено нитратов						Азот общий		
	0	10-й		20-й		90-й	0	20-й	
	Нестер.	Нестер.	Стер.	Нестер.	Стер.	Нестер.	Нестер.	Нестер.	Стер.
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	370,3	367,6	365,8
80	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	441,9	430,1	421,8
160	108,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	527,6	520,1	515,2
320	197,5	15,4	24,4	0,0	0,4	0,0	684,5	680,8	675,4
640	376,3	153,4	201,3	135,3	189,8	115,5	996,1	990,9	987,8

Результаты опыта показали, что нитраты в количестве до 320 мг N/100 г поглощаются гидролизным лигнином в одинаковой степени как в стерильных, так и нестерильных условиях. Анализ общего азота в начале и в конце опыта свидетельствовал об отсутствии потерь азота из изучаемых проб.

Другой опыт, косвенно подтверждающий наличие небиологической причины закрепления нитратов гидролизным лигнином, показал, что при смешивании 100 г лигнина с 300 мг нитратного азота более 200 мг из них были поглощены уже через два часа (рисунок 1). Ясно, что за такой промежуток времени не может осуществляться фиксация нитратов микроорганизмами, перерабатывающими лигнин.

Явление поглощения нитратов, естественно, подняло вопрос влияния гидролизного лигнина на подвижность аммиачной формы азота. Опыты свидетельствовали о том, что содержание форм водорастворимого и обменного аммония уменьшилось на 8...11 % по сравнению с суммарным количеством внесенного и содержащегося в лигнине аммония. Отсюда следует, что аммиачный азот практически не закрепляется гидролизным лигнином.

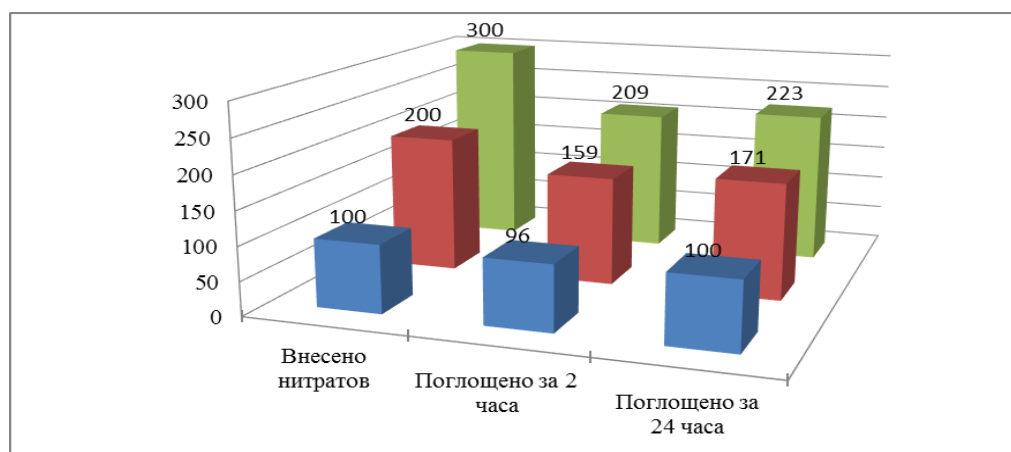


Рисунок 1 – Интенсивность и емкость поглощения нитратов гидролизным лигнином, мг N/100 г сухого лигнина

Для объяснения быстрого поглощения нитратов гидролизным лигнином полагаем, что в своей преобладающей части это проявление химическое. Склоны проводить аналогию между этим процессом и реакцией нитрования природного лигнина. Известно, что, являясь фенолом, лигнин легко нитруется, то есть при взаимодействии с азотной кислотой способен фиксировать $-NO_2$ – группы [1]. Даже очень разбавленная азотная кислота (3...8 %) способна нитровать лигнин. Исследователи С. П. Грушников и Е. А. Демьянова [2] приводили доводы, что такое свойство присуще и гидролизному лигнину. Авторы установили, что содержание азота в гидролизном нитролигнине может поднимается до 8 %.

Думаем, что при внесении в почву и соприкосновении гидролизного лигнина с азотно-кислыми солями, за счет его кислотности, создаются благоприятные условия для реакции нитрования. Этим объясняется быстрое закрепление нитратов гидролизным лигнином из почвенного раствора. Учитывая высокое отношение углерод : азот, в нем, конечно, со временем в естественных условиях химическое поглощение будет дополняться микробиологическим закреплением минерального азота.

Поскольку реакция нитрования протекает в кислой среде, то изменение реакции гидролизного лигнина должно повлечь за собой и количественные изменения в фиксации нитратов. Для проверки этой гипотезы, в отдельных водных суспензиях образцов лигнина с помощью 0,1 н раствора едкого натра были созданы рН 2,5, 3,9, 5,3, 7,2, 8,0. После стабилизации рН на следующий день в суспензии вносился KNO_3 из расчета 100 мг N/100 г сухого лигнина. Через пять часов в суспензиях определялись нитраты и рН (рисунок 2).

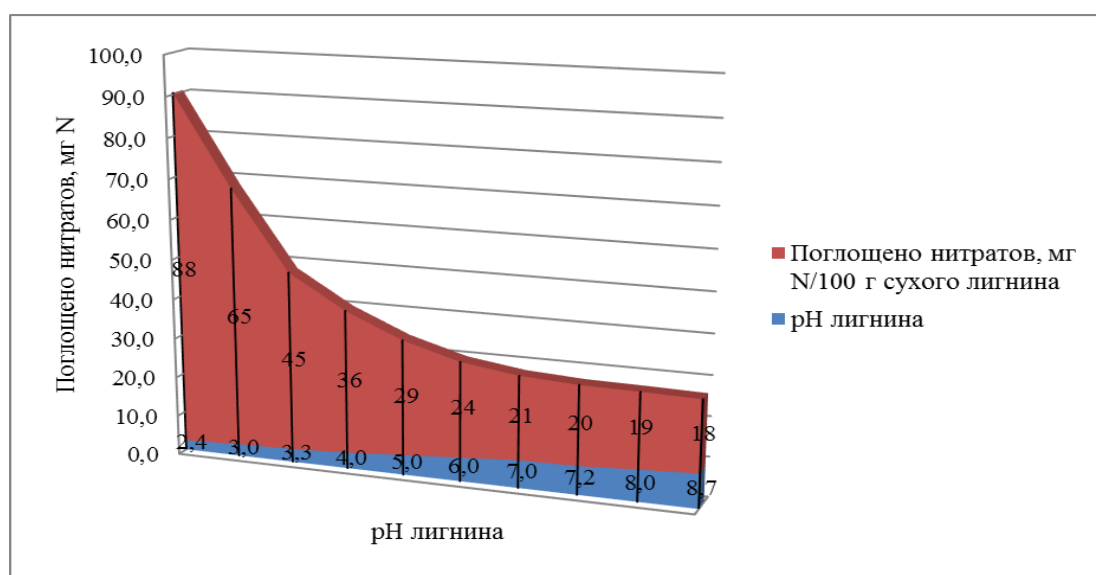


Рисунок 2 – Влияние рН среды на поглощение нитратов гидролизным лигнином

Опыт продемонстрировал, что по мере нейтрализации гидролизного лигнина количество поглощенных им нитратов уменьшилось с 90 мг при рН 2,4 до 18 мг N/100 г сухого лигнина при рН 8,7. При этом данная зависимость криволинейна. В интервале рН 2,4...4,0 поглощается сравнительно много нитратов, а дальше, по мере понижения кислотности, их закрепляется меньше, и эта величина стремится к стабилизации. При рН 7,0...8,7 величина поглощения нитратов составила 18...21 мг N/100 г сухого лигнина. Полагаем, что в щелочной среде нитраты имели возможность прикрепляться лигнином только физическим или физико-химическим путем. В среднем эта величина составляет около 20 мг N/100 г сухого лигнина.

Проведенные исследования обосновывает вывод о том, что среднеприменяемая доза гидролизного лигнина с естественной влажностью в 20 т/га может поглощать биологически около 500 кг азота. Из этого количества приблизительно 40 кг азота в нитратной форме закрепляется небиологически очень быстро. А из небиологически закрепленного азота около половины фиксируется химически, а другая половина поглощается физическим или физико-химическим путем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богомолов Б. Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений / Б. Д. Богомолов. – М. : Лесная промышленность. – 1973. – С. 55–70.
2. Грушников С. П. Взаимодействие лигнина с азотной кислотой / С. П. Грушников, Е. А. Демьянова // Химия древесины. – 1971. – № 10. – С. 3–7.
3. Ирьянова Е. М. Адсорбция нитратов почвами Среднего Предуралья : Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. М. Ирьянова. – М., 1987. – С. 6–11.
4. Комаров А. А. О взаимодействии гидролизного лигнина с нитратами / А. А. Комаров // Эффективность азотных удобрений, азотный режим почв и урожайность сельскохозяйственных растений Нечерноземной Зоны РСФСР : межвуз. сб. науч. тр. – Л. : ЛСХИ. – 1988. – С. 43–54.
5. Комаров А. А. Закрепление нитратного азота в почве за счет гидролизного лигнина / А. А. Комаров // Aspecte ecologice ale folosirii si protecției resurselor de sol din Moldova: Tezele referatelor conferinței republicane. – Chișinău: ICRA Dimo, 1990. – Vol. 1. – С. 102–103.

СЕКЦИЯ 7

СЛОЖНЫЙ КОМПОСТ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ – ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

УДК 579.6+606:63

БИОУДОБРЕНИЕ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПТИЦЕФАБРИК

Алещенкова Зинаида Михайловна, доктор биологических наук, ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск, *aleschenkova@mbio.bas-net.by*

Картыжова Лилия Евгеньевна, кандидат биологических наук, «Институт микробиологии НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск

Томсон Алексей Эммануилович, кандидат химических наук, доцент, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск, *altom@ecology.basnet.by*

Соколова Тамара Владимировна, кандидат технических наук, доцент, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск

Навоша Юльян Юльянович, кандидат физико-математических наук, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск

Пехтерева Виктория Станиславовна, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск

Сосновская Наталия Евгеньевна, кандидат технических наук, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск

Разработана лабораторная установка (биореактор) ферментативной переработки куриного помета. Исследованы агрохимические и микробиологические показатели сырья разного периода хранения, оптимизированы технологические параметры и условия его ферментации. Разработана технология получения биоудобрения, включающая процесс аэробной ферментации и обогащение агрономически ценной микрофлорой.

Ключевые слова: отход птицефабрик, подстилочный птичий помет, ферментативная переработка, биоудобрение.

BIOFERTILIZERS BASED ON POULTRY FACTORY WASTE

**Aleschenkova Z. M., Kartyzhova L. E., Tomson A. E., Sokolova T. V.,
Navoscha Y. Yu., Pehtereva V. S., Sosnovskaya N. E.**

A laboratory setup (bioreactor) for enzymatic processing of chicken manure was developed. The agrochemical and microbiological indicators of raw materials from different storage periods were investigated, the technological parameters and conditions of its fermentation were optimized. A technology has been developed to obtain bio-fertilizer, including an aerobic fermentation process and enrichment with agronomical valuable microflora.

Keywords: poultry farms waste, litter bird droppings, enzymatic processing, bio-fertilizer.

В современных условиях сохранение и воспроизводство плодородия почв остается одной из главных проблем в сельскохозяйственном производстве. Среди органических удобрений важное место занимают удобрения на основе птичьего помета с высоким содержанием питательных веществ. Однако сырой птичий помет имеет высокую бактериальную обсемененность. В связи с этим помет перед применением должен быть обеззаражен. Для этого применяют различные способы: биотермический, химический, физический и др.

Аэробная ферментативная переработка птичьего помета с помощью микробных ассоциаций позволяет получить биоудобрения, содержащие необходимые растениям NPK, микроэлементы, а также комплекс агрономически ценной микрофлоры, стимулирующей рост растений и защищающей их от болезней. Дополнительными преимуществами конечного

продукта ферментации птичьего помета является то, что биоудобрения лишены патогенной микрофлоры, семян сорняков, имеют низкую дозу внесения и удобны для применения [1].

Механизм полифункционального действия биоудобрений связан с деятельностью микроорганизмов, как внесенных с биоудобрением, так и почвенных. При внесении биоудобрений в количестве 1–2 т/га на почвенно-растительный комплекс действуют не только элементы питания, но и происходит активизация почвенной микрофлоры, увеличивается биогенность почвы. При этом растет интенсивность минерализационных процессов и синтеза гумуса, нарастает иммобилизация углерода и азота в микробной биомассе, что обеспечивает рост плодородия и последствие биоудобрений. Биомасса почвенных микроорганизмов при внесении биоудобрений увеличивается в 1,5–3 раза. Изменяется качественный состав микроорганизмов в сторону увеличения доли агрономически полезных видов.

С целью разработки технологии ферментативной переработки отходов птицефабрик в биоудобрение на разработанной установке (биореакторе) отработаны оптимальные условия ферментации (температура, влажность, скорость перемешивания и т. д.) отходов, обеспечивающие сохранение их питательной ценности и оптимального уровня микробиологической активности.

Для характеристики микробного сообщества и отработки условий его ферментации были отобраны образцы подстилочного помета Смолевичской птицефабрики (Минская область, Беларусь) на основе опилок хвойных пород разного периода хранения (1 мес и 1 год).

Микробиологические исследования образцов подстилочного помета показали, что в 1 г куриного помета, хранившегося в течение года в буртах, содержится до 4,5 млрд мезо- и термофильных микроорганизмов (бактерий); наиболее активно размножаются аммонификаторы ($4,5 \times 10^8$ КОЕ/1 г а. с. в.); бактерии, усваивающие минеральный азот ($5,2 \times 10^7$ КОЕ/1 г а. с. в.) и олигонитрофильные ($3,9 \times 10^7$ КОЕ/1 г а. с. в.) микроорганизмы.

Общее микробное число в образцах куриного помета, хранившегося в течение 1 мес составило 1,0 млрд КОЕ/1 г а. с. в. Преобладающими группами микробного ценоза образцов куриного помета являлись активные формы аммонифицирующих микроорганизмов ($1,2 \times 10^8$ КОЕ/1 г а. с. в.); бактерий, усваивающих минеральные формы азота ($5,8 \times 10^8$ КОЕ/1 г а. с. в.) и олигонитрофильных ($1,8 \times 10^8$ КОЕ/1 г а. с. в.) микроорганизмов. Количество спорных аммонифицирующих микроорганизмов составило $7,8 \times 10^6$ КОЕ/1 г а. с. в., разрушающих целлюлозу – $1,8 \times 10^4$ КОЕ/1 г а. с. в., денитрифицирующих – $3,0 \times 10^2$ КОЕ/1 г а. с. в.

Анализ полученных данных по микробиологической активности подстилочного куриного помета разного срока хранения (1 мес и 1 год) показал, что длительность хранения (1 год) помета и связанные с этим периодом изменения температуры, влажности оказывают влияние на общую численность микроорганизмов анализируемых образцов. Общее микробное число образцов куриного помета при хранении в течение 1 года не снижается по сравнению периодом хранения 1 мес, а возрастает на порядок за счет активного размножения преимущественно аммонифицирующей микрофлоры.

Необходимо отметить, что в образцах подстилочного куриного помета (1 мес хранения – рН 8,95; 1 год хранения – рН 8,55) грибной и нитрифицирующей микрофлоры не обнаружено. По содержанию макро- и микроэлементов образцы практически не отличались.

С целью оптимизации условий ферментации в лабораторных условиях было изучено влияние аэрации, температурных режимов (40 и 55 °С), начальной влажности и времени ферментации на изменение агрохимических и микробиологических показателей субстрата, при которых сохраняется питательная ценность конечного продукта ферментации, микробиологическая активность ферментируемого субстрата и подавляется патогенная микрофлора.

Агрохимические показатели лабораторных образцов конечного продукта ферментации подстилочного помета и их элементный состав представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Агрохимические показатели конечного продукта ферментации подстилочного помета

рН	Агрохимические показатели, %							
	Азот			P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
	общий	нитратный	аммиачный					
8,5	4,5	3,8	0,7	6,2	5,6	1,2	2,8	0,9

Таблица 2 – Элементный состав конечного продукта ферментации подстилочного помета

Исходная влажность, %	Время, ч	Элементный состав, %			
		N	C	S	H
40	48	4,5	36,1	1,0	4,5
55	24	3,7	36,2	0,9	4,3
55	48	3,8	36,4	0,9	4,7
60	48	4,6	36,8	0,8	4,5

Микробиологический анализ конечного продукта ферментации при разных температурных режимах (40 и 55 °С) в течение определенного времени показал, что численность микроорганизмов всех исследуемых групп снижается в пределах одного–двух порядков по отношению к исходной.

Оптимальным способом восстановления баланса эколого-трофических групп микроорганизмов органического субстрата, полученного в результате 48-часовой аэробной ферментации, является обогащение его агрономически ценной микрофлорой. В качестве интродуцента на органический субстрат был отобран эффективный ассоциативный диазотроф (штамм *Brevibacillus sp.* 11-А), активно фиксирующий атмосферный азот. В связи с этим был определен оптимальный период ферментации птичьего помета, обеспечивающий выживаемость и активное размножение клеток штамма, интродуцируемого на ферментируемый субстрат [2]. Установлено, что оптимальной стадией для иммобилизации азотфиксирующего штамма является стадия созревания конечного продукта (через 2 ч после остановки процесса ферментации).

Анализ микробиологической активности образцов конечного продукта ферментации с иммобилизованными клетками ассоциативного диазотрофа в модельных условиях эксперимента (при температуре 55 °С, с аэрацией при соотношении O₂ и твердой фазы 10:1) показал, что интродуцируемая на конечный продукт культура сохраняет азотфиксирующую способность и группа олигонитрофильных микроорганизмов в составе микробиоценоза соответствует исходному количеству.

Эффективность биоудобрения установлена в результате регистрационных испытаний в течение двух лет. РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» в полевых условиях в ГП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области на дерново-подзолистой почве при возделывании пропашных культур установил, что применение биоудобрения в количестве 2 т/га обеспечивает прибавку урожая картофеля на 33 %, сахарной свеклы на 17 %, зеленой массы кукурузы на 52 % и способствует увеличению крахмалистости, сахаристости,бору сырого белка соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипченко И. А. Полифункциональные биоудобрения из отходов животноводства / И. А. Архипченко // Научные основы и практические рекомендации по использованию биоудобрений из отходов животноводства для биологического земледелия; под ред. И. А. Архипченко. – СПб. – 2005. – С. 3–8.
2. Картыжова Л. Е. Отбор наиболее оптимального этапа ферментации куриного помета для микробного обогащения / Л. Е. Картыжова [и др.] // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : сб. материалов региональной науч.-практ. экол. конф. – Брест : БрГУ имени А. С. Пушкина, 2016. – С. 232–235.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОСТОВ ИЗ ОТХОДОВ НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ

Проценко Елена Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», кафедра биологии и экологии, *Россия*, г. Курск, kaf-ecolbiol@yandex.ru

Косолапова Наталья Игоревна, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», кафедра химии, *Россия*, г. Курск, itskgu@yandex.ru

Сапронова Светлана Григорьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», кафедра биологии и экологии, *Россия*, г. Курск, kaf-ecolbiol@yandex.ru

Алферова Екатерина Юрьевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», кафедра биологии и экологии, *Россия*, г. Курск, kaf-ecolbiol@yandex.ru

Неведров Николай Петрович, кандидат биологических наук, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», кафедра биологии и экологии, *Россия*, г. Курск, kaf-ecolbiol@yandex.ru

Для замедления процесса нитрификации при применении на черноземных почвах компоста из свекловичного жома предлагается использовать на основе торфа нанопродукт органического происхождения, полученный методом ультразвуковой кавитации при высоком статическом давлении. Изучена возможность разложения свекловичных отходов в процессе созревания компоста с добавлением суспензии пекарских дрожжей.

Ключевые слова: нанопродукт, ультразвуковая кавитация, торф, свекловичный жом, пекарские дрожжи, нитрификация.

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE USE OF ORGANIC COMPOSTS FROM WASTE ON CHERNOZEMS

**Protsenko E. P., Kosolapova N. I., Sapronova S. G.,
Alferova E. YU., Nevedrov N. P.**

For slowing-down the process of a nitrification while treating chernozem with sugar beet pulp compost the use the nanoprodukt of organic origin on the basis of peat received by method of ultrasonic cavitation with high static pressure is offered. The possibility of decomposition of beet wastes in the process of compost curing with addition of suspension of baking yeast is studied.

Keywords: nanoprodukt, ultrasonic cavitation, peat, beet press, baking yeast, nitrification.

Одним из основных проблемных отходов сахарных заводов является свекловичный жом, который представляет собой выщелоченную свекловичную стружку, почти полностью лишенную сахара. Физико-химические свойства и химический состав основных отходов сахарного производства достаточно хорошо изучен. Нами изучалась возможность применения отходов сахарного производства для создания компостов. Предлагаемый способ компостирования отходов позволяет получить компост приемлемого качества даже с использованием жома, подвергнувшегося масляно-кислому брожению и представляющего опасность для окружающей природной среды.

Объектом наших исследований являлся свекловичный жом Золотухинского сахарного завода Курской области. Анализ химического состава жома позволяет предположить, что при использовании его в качестве органического удобрения в почвенно-биотическом комплексе, наряду с неоспоримыми положительными моментами (поступление органического вещества и элементов питания растений), возможно развитие ряда негативных процессов. Наиболее значимыми из них могут быть подкисление почв и микробиологический стресс. Все это в совокупности может привести к созданию неблагоприятных условий для произрастания сельскохозяйственных культур. Однако следует учитывать, что технология применения жома предполагает перемешивание его определенного количества с пахотным слоем почвы. Вероятно, что токсичность субстрата, состоящего из жома и почвы, будет ниже, чем токсичность

собственно жома, и во многом будет определяться соотношением компостируемых материалов.

Опыт по компостированию жомовых отходов закладывался на черноземных почвах в Золотухинском районе Курской области. Ингредиенты компостов помещались в ямы квадратной формы со стороной 2,2 м. Варианты опыта закладывались следующим образом: 1) контроль – почва чернозем типичный; 2) жом естественной влажности укладывался слоями 25-30 см, затем слои жома пересыпались слоями почвы естественной влажности (10 см); 3) жом естественной влажности укладывался слоями 25–30 см и проливался 5 % раствором (суспензией) пекарских дрожжей, затем слои жома пересыпались слоями почвы естественной влажности; 4) жом естественной влажности укладывался слоями 25–30 см и проливался 5 % раствором пекарских дрожжей и 3 % раствором гуминового препарата «Кавита-биокомплекс», затем слои жома пересыпались слоями почвы естественной влажности.

Компост выдерживался в течение 1,5 мес, при свободном доступе влаги и воздуха. Как показали исследования (таблица 1), физико-химические свойства изучаемых компостов соответствуют довольно высоким показателям агрохимического состояния почв [3]. В качестве дополнительного ингредиента компостирования применялся гуминовый препарат «Кавита-биокомплекс», полученный диспергированием торфа до заданных наноразмеров методом ультразвуковой кавитационной диспергации при высоком статическом давлении в водной среде, что способствует высвобождению из торфяного комплекса гуминовых веществ. Препараты «КАВИТА – БИОКОМПЛЕКС» применяются с разными целями и несколькими способами: главным образом, в качестве удобрения при использовании биологических технологий, не допускающих применение минеральных удобрений или химических средств защиты растений, а также в качестве препарата, улучшающего физические свойства почвы и ее противозерозионную устойчивость. Поскольку препарат обеднен азотом и обогащен углеродом, мы испытали его действие на процесс разложения жома в составе компоста, что было проверено ранее на серых лесных почвах [4], где было установлено, что данный препарат сдерживает процессы аммонификации и нитрификации.

В разработанном нами ранее способе компостирования слои жома пересыпались сухим дефекатом (фильтрационным осадком) и проливались микробной «закваской», выращенной на каньге (вареное сено) с добавлением сухого биогумуса и вытяжки из целинного типичного чернозема [1].

Таблица 1 – Почвенные показатели плодородия жомовых компостов

Состав компоста по вариантам	pH	Гидролитическая кислотность, Нг, мг-экв/100 г	Гумус по Тюрину, %	Нщг, мг/100 г	N-NO ₃ , мг/100 г	N-NH ₄ , мг/100 г	P ₂ O ₅ , мг/100г	K ₂ O, мг/100г
1) Контроль (почва чернозем типичный)	5,8	2,14	4,25	24,6	0,8	0,9	17,9	29,1
2) Жом + почва	5,0	4,98	5,30	30,4	24,3	9,0	28,9	36,6
3) Жом + почва + дрожжи	5,2	3,67	5,70	68,8	38,8	28,2	45,2	47,9
4) Жом + почва + дрожжи + Кавита-биокомплекс	4,9	5,10	4,68	25,5	10,4	0,8	41,5	48,9

Однако, описываемая технология компостирования с использованием дрожжей и гуминового препарата позволяет ускорить процесс разложения отхода. В данном опыте использовался не автолизат пекарских дрожжей, имеющих кислую реакцию среды, а 5 % суспензия пекарских дрожжей, что позволило значительно снизить время созревания компоста и переход элементов питания в подвижное состояние. Как следует из таблицы 1, при компостировании свекловичного жома происходит увеличение содержание азота, фосфора и калия в 2,0–2,5 раза. При этом содержание щелочногидролизуемого азота в данном компосте увеличивается в 2,5–3,0 раза по сравнению с черноземными заповедными почвами [2]. Содержание минеральных форм азота по сравнению с исходным количеством на контроле увеличивается многократно как при компостировании почвы с жомом (вариант 2), так и при добавлении к компосту дрожжей (вариант 3). Содержание фосфора и калия увеличилось в 1,5–2,0 раза в вариантах с компостированием жома и почвы, увеличиваясь при добавлении дрожжей в 2,5–3,0 раза,

причем добавление препарата «Кавита-биокомплекс» (вариант 4) практически не снизило их содержание по сравнению с вариантом 3.

Добавление в качестве дополнительного ингредиента компостирования 3 % раствора гуминового препарата «Кавита-биокомплекс» (вариант 4) стабилизирует азотное состояние, содержание щелочногидролизуемого азота ($N_{\text{шг}}$) остается на уровне контроля. По-видимому, добавление препарата сдерживает во времени процессы аммонификации и нитрификации, что предотвращает поступление большого количества нитратов в окружающую среду.

Необходимо отметить, что применение данных компостов на серых лесных почвах, изучавшееся ранее [4], показало аналогичные результаты ингибирования процессов нитрификации и аммонификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на изобретение 2514401. Способ получения компоста из отходов сахарного производства / Е. П. Проценко, А. А. Проценко, А. Е. Кузнецов, Н. А. Клеева, Н. И. Тригуб // Опубликовано 03.03.2014. По заявке 2012148028 от 12.11.2012.

2. Проценко А. А. Влияние режимов использования на свойства черноземов Центрально-Черноземного заповедника им. В. В. Алехина [Текст] / А. А. Проценко, А. Е. Кузнецов, А. В. Прусаченко, Е. П. Проценко, О. В. Чаплыгина, А. В. Пученкова // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 4. – С. 27–35.

3. Проценко Е. П. Сравнительная характеристика микробиоты черноземов в заповедных и антропогенно преобразованных сообществах [Текст] / Е. П. Проценко, Л. Н. Караулова, А. А. Проценко, О. В. Чаплыгина, П. Л. Медянцев, П. Г. Сошнин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13. – № 1(5). – С. 1215–1218.

4. Проценко Е. П. Компостирование отходов свекловичного жома с использованием нанопродуктов органического происхождения / Е. П. Проценко, А. А. Проценко, Н. И. Косолапова, Н. П. Неведров, С. Ю. Миронов [Текст] // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сескохозяйственного производства: сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. экол. конф. – Краснодар : КубГАУ, 2017 – С. 137–142.

УДК 634.8:631.524.7/.811:663.252.004.12(470.75)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТА-КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ АГРОЛАНДШАФТОВ, КАЧЕСТВА УРОЖАЯ И ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Аристова Надежда Ивановна, кандидат технических наук, ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, г. Ялта, akademik_n@mail.ru

Бейбулатов Магомедсайгит Расулович, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, г. Ялта, agromagarach@mail.ru

Буйвал Роман Алексеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, г. Ялта, agromagarach@mail.ru

Применение препарата-концентрата позволит стимулировать процессы роста, увеличивать продуктивность и урожайность винограда (от 11,3 до 39,7 %), улучшить экологические свойства агроландшафтов и качество полученной винопродукции.

Ключевые слова: продуктивность, переработка винограда, виноматериал, процессы роста, сорт, качество, урожайность, подкормка, физико-химические показатели, экологически чистая продукция, компост.

THE USE OF A PREPARATION-CONCENTRATE FOR IMPROVING CHARACTERISTICS OF AGRICULTURAL LANDSCAPES AND THE QUALITY OF CROP OF GRAPES AND PRODUCTS OF GRAPE PROCESSING UNDER THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

Aristova N. I., Beibulatov M. R., Bouival R. A.

Applying the preparation-concentrate will make it possible to promote growth processes of grapevine, to increase productivity and crop per unit area, to enhance the quality of wine materials and wines and to improve ecological characteristics of agricultural landscapes.

Keywords: productivity; wine materials; growth processes of grapevine; cultivar; quality; crop per unit area; soil fertilizing; physico-chemical parameters; ecologically clean products; compost.

Введение. Получение экологически чистой продукции с низкой себестоимостью является одной из задач виноградовинодельческой отрасли. Для повышения эффективности возделывания винограда вносят внекорневую подкормку в виде комплексных составов, включающих микро- и макроэлементы, обеспечивающих процессы синтеза в растительной клетке и активность ферментов [3, 4, 5]. Известно, что Республика Крым относится к регионам с частично выраженным йододефицитом, что сопряжено с дефицитом меди и кобальта. Поэтому разработка и использование комплексных препаратов, компостов, улучшающих свойства агроландшафтов, увеличивающих продуктивность и урожайность винограда, являются актуальными.

Целью работы являлось исследование влияния препаратов комплексного действия на процессы роста винограда, на качество урожая и полученной винодельческой продукции.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись сорта винограда Каберне-Совиньон, Мускат белый, Пино гри, Кокур белый, Молдова и др. с производственных участков хозяйств Крыма, входящих в ГК НПАО «Массандра». Участки были расположены на склонах южной, юго-западной и юго-восточной экспозиций, что способствовало лучшей обеспеченности теплом. Почвы на склонах отличаются низким плодородием. Культура неукрывная. Проведены 4-кратные внекорневые обработки препаратом «Иодис-концентрат», совмещенные с защитными мероприятиями. Контролем служил производственный агротехнический фон в хозяйствах. Особенности развития винограда под влиянием испытываемого препарата определялись общепринятыми методами исследований в виноградарстве.

Исследуемые образцы виноматериалов были получены в условиях микровиноделия из винограда, выращенного на обработанных препаратом участках виноградников. Основные физико-химические показатели образцов полученных виноматериалов определяли стандартизированными и принятыми в виноделии методами [2, 6, 7, 8]. Массовую концентрацию металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопией по ГОСТ 30178 [7] с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра типа С-115М. Определение содержания иода в виноматериалах проводили согласно МУК 4.1.1483-03.

Результаты исследований и их обсуждение. Отмечено, что продукционный период исследуемых сортов винограда варьировал в пределах 133–164 дн, что было обусловлено сортовыми особенностями. Агробиологические учеты по оценке фона виноградника, приведенные на этапе закладки опыта, подтверждают факт выровненности участка.

На основании проведенных исследований было установлено, что одним из основных проявлений эффекта от применения препарата «Иодис-концентрат» является усиление ростовых процессов у виноградного куста. Установлено, что на участках, обработанных препаратом «Иодис-концентрат», урожайность исследуемых сортов была выше по сравнению с контролем: сорт Каберне-Совиньон дал прибавку урожая (%) на 11,3, сорт Мускат белый – на 11,5, сорт Кокур белый – сорт на 12,6, сорт Молдова – на 27,1, Пино гри – на 39,7. Средняя масса грозди у всех сортов винограда, обработанных препаратом «Иодис-концентрат», выше, чем в контроле. Лучшей реакцией на обработку препаратом «Иодис-концентрат» характеризовался сорт Молдова, у которого наблюдалось увеличение массовой концентрации сахаров

на 9,9 % по отношению к контролю. Анализ механического состава грозди показал, что применение препарата приводит к увеличению массы и числа ягод в грозди во всех исследуемых сортах по сравнению с контролем.

Выявлено, что применение препарата «Иодис-концентрат» способствовало получению винограда технических сортов с более высокими значениями массовых концентраций сахаров по сравнению с контролем, поэтому при получении виноматериалов более интенсивно протекали процессы спиртового брожения. Исследование катионного состава полученных виноматериалов показало, что наибольшим запасом макроэлементов обладают из анализируемых сортов: Каберне Совиньон и Пино гри (соответственно калия – 969,0 и 681,0 мг/дм³, магния – 92,0 и 98,0; кальция – 104,0; натрия – 5,0 и 8,0 мг/дм³).

Установлено, что все исследуемые образцы виноматериалов по содержанию железа, меди, цинка не превышают допустимой нормы, соответствуют Медико-биологическим требованиям [9] и представляют собой экологически чистую продукцию. Применение данного препарата не оказывает фитотоксичного действия на виноградное растение. Также следует отметить, что внесение органических удобрений из вторичных продуктов виноградовинодельческих хозяйств позволит повысить плодородие, стабильно увеличить урожайность виноградников на 25–40 % [1, 10].

Выводы

1. Рекомендовать препарат «Иодис-концентрат» под культуру винограда для стимулирования процессов роста, увеличения продуктивности и урожайности винограда (от 11,3 до 39,7 %), повышения качества полученной винодельческой продукции.

2. Использование сложных компостов, комплексных препаратов, органических удобрений, в том числе из вторичных продуктов виноградовинодельческих хозяйств, позволит улучшить свойства агроландшафтов виноградников, повысить плодородие, стимулировать ростовые процессы растения; соответственно, увеличить продуктивность и урожайность винограда на 25–40 %, а также получать экологически чистую продукцию переработки винограда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристова Н. И. Использование отходов виноградарства и виноделия для получения различных инновационных продуктов в условиях Республики Крым / Н. И. Аристова, М. Р. Бейбулатов, В. Б. Дрягин // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : сборник статей по материалам Междунар. научн. экол. конф. – Краснодар, 2018. – С. 92–94.

2. Аристова Н. И. Методики выполнения измерений физико-химических показателей для контроля качества винопродукции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 4. – С. 36–39.

3. Бейбулатов М. Р. Научные основы управления ростом, развитием и продуктивностью виноградного растения агротехническими приемами: дисс... д. с.-х. н.: специальность 06.01.08 «Плодоводство и виноградарство» / М. Р. Бейбулатов. – Махачкала, 2015.

4. Бейбулатов М. Р. Почвомодифицирующие органоминеральные удобрения на виноградниках Крыма / М. Р. Бейбулатов, Н. А. Тихомирова, Р. А. Буйвал, С. В. Михайлов // Субтропическое и декоративное садоводство : Науч. тр. ГНУ ВНИИЦ и СК РАСХН – Сочи, 2013. – Вып. 49. – С. 306–313.

5. Бейбулатов М. Р. Удобрения для внекорневой подкормки на виноградниках Крыма / М. Р. Бейбулатов, А. П. Игнатов, Н. А. Тихомирова, Н. А. Урденко, Р. А. Буйвал, Т. В. Фирсова // Виноградарство и виноделие : Сб. научн. тр. НИИВиВ «Магарач». – Ялта, 2006. – Т. 36 – С. 9–54.

6. Гержикова В. Г. Новые методы идентификации и оценки качества виноградных вин / В. Г. Гержикова, Н. С. Аникина, Л. Г. Владимирова, Л. А. Михеева, Т. А. Жилиякова, Н. И. Аристова, И. П. Лутков // Вестник «Крымское качество»: научно-технический сборник. – Симферополь, 2006. – Вып. 2 (8). – С. 103–107.

7. ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных металлов.

8. Жилиякова Т. А. Современные методы контроля показателей качества и безопасности виноградных вин / Т. А. Жилиякова, Н. И. Аристова, Э. П. Панова [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Сер. Биология, химия. – 2006. – Т. 19 (58). – № 2. – С. 84–93.

9. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М. : Изд.-во Стандартов, 1990. – 185 с.

10. Справочник по виноделию / Под ред. Г. Г. Валуйко, В. Т. Косюры. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Симферополь : Таврида. – 2005. – 588 с.

УДК 631.42

ВЛИЯНИЕ КОМПОСТОВ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ЭМИКС НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ СОРТА ЛЮТЕСЦЕНС

Коновалова Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова», Россия, Бурятия, г. Улан-Удэ

В последние годы все больший интерес вызывают исследования, направленные на получение сельскохозяйственной продукции с учетом особенностей территории, селекционных достижений, применения различных видов органических и минеральных удобрений пролонгированного действия, что позволит снизить нагрузку на агроландшафт в целом. Исследуемые в опыте коммерческие грунты на основе эффективных микроорганизмов «БИЭМ Биогрунт» и «Земля Сибири» и микробиологического препарата ЭМИКС производятся в регионе с использованием местного сырья.

Ключевые слова: компост, эффективные микроорганизмы, коммерческие почвогрунты, урожайность, пшеница

INFLUENCE OF COMPOSTS ON THE BASIS OF EFFECTIVE MICROORGANISMS AND MICROBIOLOGICAL PREPARATION EMIKS ON THE YIELD OF WHEAT LUTESCENES

Konovalova E. V.

In recent years, research aimed at obtaining agricultural products taking into account the peculiarities of the territory, breeding achievements, the use of various types of organic and mineral fertilizers of prolonged action, which will reduce the load on the agrocenosis as a whole, is of increasing interest. Commercially explored soils produced on the basis of effective microorganisms "BIEM Biogrun" and "Earth of Siberia" and microbiological preparation EMIKS are produced in the region using local raw materials.

Keywords: compost, effective microorganisms, commercial soil, yield, wheat

Введение. Для улучшения экологической обстановки в агроэкосистемах все более широкое применение находят биопрепараты используемые в защите растений, стимулировании ростовых процессов, для повышения плодородия почв. К таковым можно отнести грунты, разрабатываемые на основе эффективных микроорганизмов: «БИЭМ Биогрунт», «Земля Сибири» и препарат ЭМИКС широко внедряют в практику сельскохозяйственного производства.

Цель работы – оценить влияние почвогрунтов «БИЭМ Биогрунт», «Земля Сибири» и микробиологического препарата ЭМИКС на урожайность пшеницы сорта Лютеценс.

1. Рассмотреть перспективность применения почвогрунтов, разрабатываемых на основе эффективных микроорганизмов и микробиологического препарата ЭМИКС, при возделывании пшеницы сорта Лютеценс.

2. Изучить влияние органических удобрений и препарата ЭМИКС на рост, развитие и качество пшеницы сорта Лютеценс.

Материалы и методы исследований. Мелкоделяночный полевой опыт закладывался в пригородной зоне г. Улан-Удэ на опытном поле ООО «НПО АРГО-ЭМ1». Размещение опытных деленок – простое, повторность четырехкратная, размер опытной деланки 1 м².

Культура – пшеница сорт Лютесценс. Органические удобрения вносили перед посевом культуры [3].

Таблица 1 – Варианты опыта

Вариант опыта		Доза внесения препарата, кг/м ² / л/м ²
1	Контроль (каштановая почва)	
2	Навоз КРС	0,35 + 4
3	Почвогрунт «Земля Сибири»	0,35 + 4
4	Почвогрунт «БИЭМ Биогрунт»	0,35 + 4
5	Навоз КРС + ЭМИКС (послепосевная обработка)	0,35 + 4
6	Почвогрунт «Земля Сибири» + ЭМИКС (послепосевная обработка)	0,35 + 4
7	Почвогрунт «БИЭМ Биогрунт» + ЭМИКС (послепосевная обработка)	0,35 + 4

Для получения водной вытяжки из препарата ЭМИКС использовали метод получения водной вытяжки из почвы по методике [1, 4].

Результаты исследований. Результаты мелкоделяночного полевого опыта по влиянию грунтов, разрабатываемых на основе эффективных микроорганизмов, «БИЭМ Биогрунт», «Земля Сибири» и препарат ЭМИКС, на урожайность пшеницы сорта Лютесценс приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Влияние органических удобрений и препарата ЭМИКС на урожайность пшеницы сорта Лютесценс (полевой опыт)

№	Варианты опыта	Урожай, ц/га, среднее из 4 повторений	Прирост урожая к контролю	
			ц/га	%
1	Контроль (каштановая почва)	14,8	-	-
2	Навоз КРС	15,8	1,0	7
3	Почвогрунт «Земля Сибири»	16,3	1,5	10
4	Почвогрунт «БИЭМ Биогрунт»	19,1	4,3	29
5	Навоз КРС + ЭМИКС (послепосевная обработка)	16,6	1,8	12
6	Почвогрунт «Земля Сибири» + ЭМИКС (послепосевная обработка)	17,3	2,5	17
7	Почвогрунт «БИЭМ Биогрунт» + ЭМИКС (послепосевная обработка)	19,7	4,9	33
	НСР ₀₅ , ц/га	20		

Таблица 3 – Влияние органических удобрений и препарата ЭМИКС на качество пшеницы сорта Лютесценс

№	Варианты опыта	Содержание в зерне, % на сухое вещество		
		Белок	Крахмал	Клейковина
1	Контроль (каштановая почва)	15,1	51,4	33,4
2	Навоз КРС	15,7	51,6	34,6
3	Почвогрунт «Земля Сибири»	15,6	51,8	34,8
4	Почвогрунт «БИЭМ Биогрунт»	15,8	51,6	34,8
5	Навоз КРС + ЭМИКС (послепосевная обработка)	15,9	52,3	35,2
6	Почвогрунт «Земля Сибири» + ЭМИКС (послепосевная обработка)	16,1	52,1	34,9
7	Почвогрунт «БИЭМ Биогрунт» (послепосевная обработка)	15,9	51,8	34,7
		НСР ₀₅ ц/га 0,5		

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии органических удобрений на урожайность пшеницы сорта Лютесценс. Во всех вариантах опыта наблюдалось увеличение урожайности на 7–33 %. Наибольшее увеличение урожайности наблюдалось в варианте опыта с коммерческим почвогрунтом «БИЭМ Биогрунт» (послепосевная обработка) и составило 33 % по отношению к контролю.

В последние годы все чаще оцениваются качественные характеристики полученного урожая сельскохозяйственных культур [2]. Анализ результатов опыта выявил, что при внесении органических удобрений содержание белка в зерне пшеницы сорта Лютесценс составило в варианте с внесением почвогрунта «Земля Сибири» 15,6 %, навоза КРС – 15,7 %,

грунта «БИЭМ Биогрунт» 15,8 %, тогда как в контроле содержание белка составило 15,1 %. Внесение органических удобрений совместно с внесением препарата ЭМИКС увеличило содержание белка с 15,1 % в контроле до 16 %, в варианте почвогрунт «Земля Сибири»+ ЭМИКС (послепосевная обработка).

Выводы.

1. Анализ результатов опыта выявил, что в вариантах опыта с внесением органических удобрений содержание белка в зерне пшеницы сорта Лютесценс составило в варианте с почвогрунтом «Земля Сибири» 15,6 %, навозом КРС 15,7 %, органическим удобрением «БИЭМ Биогрунт» – 15,8 %, тогда как в контроле содержание белка – 15,1 %. Внесение органических удобрений совместно с препаратом ЭМИКС увеличило содержание белка с 15,1 % в контроле до 16,1 % в варианте почвогрунт «Земля Сибири» + ЭМИКС (послепосевная обработка).

2. Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии органических удобрений на урожайность пшеницы сорта Лютесценс. Во всех вариантах опыта наблюдалось увеличение урожайности на 7-3 %. Наибольшее увеличение урожайности наблюдалось в варианте опыта «почвогрунт «БИЭМ Биогрунт» + ЭМИКС (послепосевная обработка)» и составило 4,9 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брыкалов А. В. Биогумус высокоэффективное удобрение / А. В. Брыкалов, Е. С. Романенко // Земледелие. – 1990. – № 5. – С. 38.

2. Быкин Ф. И. Вермикомпост как фактор воспроизводства плодородия почв и получения биологически полноценной овощной продукции / Ф. И. Быкин, Н. М. Городний. – Горки. – 1992.

3. Гатаулина Г. Г. Практикум по растениеводству / Г. Г. Гатаулина, М. Г. Обьедков – М. : Колос, 2000. – 216 с.

4. Лукьянец В. Н. Применение стимуляторов роста при предпосевной подготовке семян овощных культур / В. Н. Лукьянец // Вестн. с-х науки Казахстана. – 1989.

УДК 635.03:631.895

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ КОПРОЛИТА ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Попкович Леонид Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией «Вермитехнологии», ФГБОУ ВО Брянский аграрный университет, Россия, г. Брянск, plv-32@ mail.ru.

Представлены перспективы биотехнологического подхода к переработке органических отходов производства и потребления с применением вермикультуры.

Ключевые слова: органические отходы, вермикультура, биотехнологический подход.

MAKING OF NOURISHING MIXTURE FOR GROWING OF PLANTS OF VEGETABLE CULTURES ON BASIS OF COPROLITE, GOT FROM OR- GANIC DOMESTIC WASTES

Popkovich L. V.

The prospects of the biotechnological going are presented near processing of organic wastes of production and consumption of vermiculture.

Keywords: organic waste, vermiculture, biotechnological approach.

Комплекс проблем, связанных с образованием и накоплением отходов производства и потребления, становится особенно острым. При этом темпы роста отходов определяются не столько приростом населения, сколько изменением его доходов и образа жизни. В день на каждого человека приходится от 0,5 кг отходов в развивающихся странах до 2 кг в развитых странах. Решение или смягчение проблем количества и качества отходов, эффективности полигонов их захоронения значимо для многих регионов. Наиболее существенным результатом решения этих проблем стало значительное снижение себестоимости утилизации и переработ-

ки отходов, а также формирование спроса на товары, произведённые из вторичного сырья. Все это делает управление, повторное использование и утилизацию отходов эффективным бизнесом, а также создаёт основу для привлечения частных инвестиций.

В настоящее время в России, по данным статистики, город с населением около 1 млн человек ежегодно выбрасывает на прилегающие территории до 400 тыс т ТБО, что соответствует удельному выходу отходов на одного жителя в нашей стране порядка 350–400 кг в год [3]. С учётом возможностей переработки образуемый в России бытовой мусор имеет следующую структуру: 35 % – вторичное сырьё, 35 % – биоразлагаемые отходы, 30 % – неперерабатываемые отходы. Потенциал переработки ТБО во вторичное сырьё может быть оценён в 14 млн т (45,5 млн м³) в год, в то время как большая часть ТБО – около 93 % (или 37,2 млн т) – вывозится на свалки и полигоны. Главный недостаток данной стратегии заключается в том, что свалки являются серьёзным источником загрязнения почвы, грунтовых вод и атмосферы токсичными химикатами, высоко токсичными тяжёлыми металлами, свалочными газами, а при возгорании мусора – диоксинами, фуранами и бифенилами. При этом предельно допустимые концентрации опасных веществ могут превышать в 1000 и более раз. В последние годы значительно возросло движение за запрет организации свалок вблизи населённых пунктов [3].

Президент России Владимир Путин провел совещание, посвященное стимулированию отрасли по переработке отходов. По словам главы государства, сейчас на территории страны накоплено 90 млрд т отходов, большая часть которых не имеет собственника [3]. "Сегодня в России ежегодно скапливается порядка 3,5 миллиарда тонн отходов. Из них на переработку идет лишь примерно четверть. Остальное сжигается или вывозится на специальные полигоны. Но если бы только на специальные, а то часто просто выбрасывается. Количество так называемых нелегальных свалок постоянно растет", – сообщил Путин [3].

По словам президента, сегодня не существует viable экономических стимулов для комплексной переработки отходов, а захоронить или сжечь их порой в разы выгоднее, чем утилизировать. "В итоге – процветает расточительное отношение к сырьевым ресурсам, а общая площадь свалок в стране неуклонно растет и уже превысила 2,5 тысячи квадратных километров", – посетовал он [1]. Президент призвал кардинально изменить ситуацию. "Необходимо, прежде всего, сформировать полноценную систему регулирования, набор рыночных и административных инструментов, которые обеспечивали бы эффективное обращение с отходами. А говоря простыми словами, позволяли бы навести здесь элементарный порядок", – предложил он, подчеркнув, что соответствующий законопроект находится на рассмотрении в Госдуме [1].

Новым направлением высокоэффективной, безотходной и природоохранной переработки органических отходов разного происхождения в компосты является их аэробная биоконверсия. Её рассматривают как важный элемент биотехнологии в развитии альтернативного земледелия. Глубокая биотехнологическая переработка органических отходов и повторное их использование должны быть осознаны человеком, и признана необходимость их возвращения в естественный экологический цикл или в кругооборот веществ, т. е. рециклинг [1; 4].

Копролиты (гр. *kopros* помёт, кал + *lithos* камень) – масса экскрементов, образующихся в кишечнике дождевых червей за счёт склеивания органических и минеральных частичек и обогащённая бактериальной микрофлорой. Экскременты имеют гранулированную форму и отличаются высокой водопрочностью. Копролиты – основа ценного органического удобрения вермикомпоста [5].

Вермикомпостирование – это технология переработки и биоконверсии органических отходов производства и потребления, которая должна играть решающую роль в возврате в почву органического вещества и питательных веществ, что должно, как минимум, поддерживать плодородие самой почвы и способствовать устойчивому развитию земледелия. С помощью вермикотехнологии возможно обеспечить рентабельную утилизацию самых различных органических отходов.

Латинское название *Oligochaeta*, или русское Малощетинковые черви происходит от др.-греч. ολίγος – «мало» и Χαίτη – «волос». Малощетинковые черви – подкласс кольчатых червей из класса поясковых (*Clitellata*). Широко известны по подгруппе земляных (дожде-

вых) червей [2]. Органические бытовые отходы перерабатывали в копролит с помощью следующих технологических приемов (таблица 1).

Таблица 1 – Технология переработки органических бытовых отходов в копролит

Подготовка субстрата для вермикультуры		Производство копролита	
Исходные компоненты	Технологические приёмы	Исходные компоненты	Технологические приёмы
Органические бытовые отходы (Овощные очистки, использованный чай и пр.)	1) перемешивание исходных компонентов и формирование из них буртов для ферментации; 2) ферментация исходных компонентов; 3) орошение буртов по потребности; 4) мониторинг и управление ферментацией; 5) определение пригодности субстрата для вермикультуры.	Субстрат, полученный из базового органического сырья и органических наполнителей.	1) формирование из субстрата вермилож (вермигряд); 2) заселение вермилож (вермигряд) вермикультурой; 3) орошение вермилож (вермигряд) по потребности; 4) вермикомпостирование субстрата в вермиложах (вермигрядах); 5) мониторинг и управление вермикомпостированием до переработки субстрата в копролит; 6) выборка вермикультуры из копролита и перенос её в вермиложа (вермигряды) с субстратом; 7) просушивание, просеивание и затаривание копролита.
Органические наполнители (солома, торф, опилки и др.)		Глинистые минеральные добавки, содержащие кальций, магний, калий и другие элементы.	
Воздух, вода		Вермикультура (15–50 тыс. особей на 1 м ² вермиложа или вермигряды) Воздух, вода	

Разные вермитехнологии основаны на регулярном добавлении ферментированных органических веществ в измельчённом виде, тонким слоем на поверхность субстрата с вермикультурой через короткие интервалы времени. Это инициирует червей перемещаться к корму, поглощать и переваривать его, выделяя копролиты. Вермикультура всегда концентрируется в верхнем слое органических веществ толщиной 10–15 см, а под ним накапливается копролиты. Многие операции вермитехнологии могут быть механизированы и автоматизированы. Ключевым в этом вопросе является максимальная продуктивность переработки органических отходов и производства копролитов при самой высокой скорости размножения вермикультуры и поддержании оптимальных биотехнологических параметров, особенно содержания аммиака и солей. Питательную смесь для выращивания рассады изготавливали на основе копролита, полученного в результате вермикомпостирования органических бытовых отходов с добавлением торфа низинного в соотношении 1 : 1. Их агрохимическая характеристика приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика питательной смеси и ее компонентов

Питательная смесь и ее компоненты	Влажность, %	pH	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Органическое вещество, %
Питательная смесь для выращивания рассады	6,31	6,73	2568	2710	10,00
Копролит из органических бытовых отходов	5,51	7,28	2760	3900	7,35
Торф низинный	15,52	5,70	321	243	19,02

Из использованной органической массы наибольшее содержание органических веществ представлено в низинном торфе, а наиболее низкое содержание – в полученном копролите в результате биоконверсии органических бытовых отходов: соответственно 19,2 против 7,35 %. Формирование питательной смеси в соотношении 1 : 1 для выращивания рассады позволяет повысить содержание органического вещества до 10 %.

В связи с тем, что низинный торф был взят с поймы реки Десны Брянской области, содержание влажности в нём было относительно высокое в сравнении с полученным в результате биоконверсии бытовых отходов копролитом: соответственно 15,52 и 5,51 %. Формирование питательной смеси позволило увеличить её влажность до 6,31 %. Содержание основных элементов питания для растений, таких как обменный P₂O₅ и K₂O, в торфе было относительно низкое в сравнении с полученным копролитом: соответственно (мг/кг) P₂O₅ 321; K₂O 243 и P₂O₅ 2760; K₂O 3900. Поэтому формирование питательной смеси из торфа и копролита

позволило увеличить содержание основных элементов питания для выращивания рассады в сравнении с торфом по обменному P_2O_5 до 2568 мг/кг, а по обменному K_2O до 2710 мг/кг.

Заклучение. Применение биологических сообществ обеспечивают решение таких актуальных вопросов современности, как защита окружающей среды от загрязнения, повышение плодородия почв и урожая сельскохозяйственных культур, а значит, рационального использования земли. Таким образом, получили цикл с положительной обратной связью – культивируя биологическое земледелие, восстанавливаем нами же нарушенную окружающую среду, и потребляя продукты этого земледелия, защищаемся от последствий неразумного отношения к этой среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беловежец Л. А. Перспективные способы переработки вторичного лигноцеллюлозного сырья / Л. А. Беловежец, И. В. Волчатова, С. А. Медведева // Химия раст. сырья. – 2010. – № 2. – С. 5–16.

2. (Интернет – Википедия)

3. (Интерфакс)

4. Нефедов Г. Н. К экореклингу через вермикомпостирование городских органических отходов / Г. Н. Нефедов, К. А. Трувеллер // Дождевые черви и плодородие почв: материалы I Междунар. конф., Владимир, 21–23 нояб. 2002 г. – Владимир, 2002. – С. 76–78.

5. Просянных Е. В. Словарь справочник по вермитехнологии (разведение дождевых червей) / Просянных Е. В., Ерёмин А. В., Мешков И. И. – Брянск : Изд. Брянской ГСХА, 2000. – 87 с.

УДК 631.867

ОБОСНОВАНИЕ СООТНОШЕНИЯ КУРИНОГО ПОМЕТА И ТОРФА ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ ПОМЁТНО-ТОРФЯНЫХ КОМПОСТОВ

Царёва Мария Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Республика Беларусь, г. Горки, tsarevamariya@mail.ru

При компостировании куриного помета и торфа изменяется химический состав помётно-торфяного компоста, снижается содержание в компосте меди, цинка, марганца, свинца, кадмия, реакция среды нейтральная, увеличивается зольность, содержание органического вещества. Значение имеет влажность торфа, продолжительность компостирования и соотношение компонентов.

Ключевые слова: куриный помёт, торф, компост, влажность, срок компостирования, соотношение компонентов, химический состав.

JUSTIFICATION OF THE RATIO OF THE CHICKEN DUNG AND PEAT IN PREPARATION OF DUNG-PEAT COMPOSTS

Tsaryova M. V.

When composting a chicken dung and peat, chemical composition of dung-peat compost changes, the content of copper, zinc, manganese, lead, cadmium in compost decreases, the reaction of the environment is neutral, ash content and the content of organic matter increases. The humidity of peat, composting and ratio of components matters.

Keywords: chicken dung, peat, compost, humidity, duration of composting, ratio of components, chemical composition.

Выход птичьего помета и его химический состав на современных птицефабриках в значительной степени зависят от вида и возраста птицы, типа кормления и технологии содержания птицы, устройства поилок и способа удаления экскрементов [2]. Это органическое удобрение по удобрительным качествам превосходит навоз, а по скорости и эффективности действия не уступает минеральным удобрениям. 50 % азота, содержащегося в помёте, 4 % фосфора и 60 % калия находятся в водорастворимых соединениях [1]. В курином помёте при влажности до 75 % половина азота находится в аммиачной форме [3]. Сырой помёт обладает

неблагоприятными свойствами: имеет сильный неприятный запах, содержит большое количество семян сорняков, яиц и личинок гельминтов и насекомых, множество микроорганизмов, среди которых нередко возбудители опасных заболеваний [4].

Для повышения эффективности, уничтожения семян сорняков и обеззараживания птичий помет лучше компостировать с торфом (кроме карбонатного). При приготовлении компостов в результате биотермических процессов погибают патогенные микроорганизмы и теряют жизнеспособность семена сорных растений, а само удобрение становится более концентрированным и биологически активным. При использовании торфа для приготовления компоста пропадает присущий птичьему помету неприятный острый запах, торф задерживает жидкие выделения, не давая им растекаться. Снижаются потери азота. При хранении торфяного компоста в течение 3–5 мес теряется 7,4 % общего и 4,7 % аммиачного азота. Высокая удобрительная эффективность торфокомпоста обуславливается также более интенсивным воздействием его на процесс нитрификации в почве, в засушливые годы он не вызывает денитрификации, равномерно заделывается в почву [6].

Правильно заложенный на хранение, приготовленный компост должен представлять собой однородную, темную, рассыпчатую массу влажностью не более 75 % с реакцией среды, близкой к нейтральной. В зависимости от качества торфа химический состав компостов различен. Опыт приготовления компостов в Беларуси показывает, что, определяя норму внесения компостов в почву, необходимо знать его влажность, кислотность и содержание основных элементов питания [5].

С целью улучшения качества куриного помета, полученного на ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика», были заложены экспериментальные пометно-торфяные компосты при соотношении помёта и торфа 1 : 0,5 и 1 : 0,3. Для компостирования был взят куриный помет влажностью 75 и 62 %. Химический состав торфа, взятого для компостирования, указан в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав торфа для компостирования с помётом

	Кг/т			%			рН	Кг/т		Мг/кг				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сухое в-во	Зольность	Органическое в-во		Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb
Торф	20,8	4,9	4,5	25,37	8,89	91,11	6,42	18,5	4,9	2,24	29,6	92,2	0,03	12,2

Торф, взятый для компостирования, слабо кислый, содержание сухого вещества составляло 25,37% органического вещества – 91,11 %, зольность, – 8,89. Содержание общего азота – 20,8; кальция – 18,5; магния и фосфора – 4,9; калия – 4,5 кг/т; меди – 2,24; цинка – 29,6; марганца – 92,2; кадмия – 0,03; свинца – 12 мг/кг (таблица 1).

Куриный помет полученный на ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» в 2018г. влажностью 75 и 62 % содержал: общего азота 13,1 и 27,8; P₂O₅ 4,2 и 5,6; K₂O 4,8 и 9,1; Ca 6,72 и 12,60; Mg 21,80 и 4,24 кг/г; Zn 76,79 и 148,24; Cu 40,32 и 67,52; Mn 97,14 и 172,53; Pb 0,84 и 1,48 мг/кг (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав куриного помёта ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» перед закладкой компоста (2018 г.)

Влажность	Мг/кг					Кг/т					рН	%		
	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb	Ca	Mg	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		Сухое в-во	Зольность	Органич. в-во
75	40,32	76,79	97,14	–	0,84	6,72	21,80	13,1	4,2	4,8	5,45	28,14	3,08	96,92
62	67,52	148,3	172,6	–	1,48	12,60	4,24	27,8	5,6	9,1	5,52	39,13	6,27	93,73

Компостирование проводили послойно при отношении помёта к торфу 1:0,5 и 1:0,3 на торфяную подушку толщиной 0,3 м. Толщина слоёв компостирования зависит от соотношения их компонентов. Чем больше используется навоза, тем большими должны быть его слои по сравнению с торфом, и наоборот. Компост в течение 3 и 6 месяцев хранился в небольших

штабелях на специально отведённой площадке с твёрдым покрытием. Чтобы уменьшить потери аммиачного азота, штабель укрыт был резаной соломой слоем 25 см. Для получения однородной массы штабель перемешивали в период хранения.

Созревание компоста продолжалось 3 мес (апрель, май, июнь). В таблице 3 приведен химический состав содержания основных элементов питания в помётно-торфяном компосте в зависимости от соотношения компонентов и влажности куриного помёта после трёх месяцев хранения.

Таблица 3 – Химический состав помётно-торфяного компоста после 3 мес компостирования (2018 г.)

Влажность	Соотношение помета и торфа	Кг/т			%			pH	Кг/т		Мг/кг				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сухое в-во	Зольность	Органическое в-во		Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb
75	1	26,9	5,4	4,2	22,01	8,01	94,71	7,18	7,3	7,6	30,4	65,8	147	–	0,72
	2	27,8	5,7	4,0	20,61	5,12	94,18	7,82	7,7	7,7	33,2	67,1	159	–	0,71
62	1	39,3	5,8	9,0	34,48	9,23	90,77	8,67	14,6	16,1	77,8	198	222	0,003	–
	2	38,7	5,4	8,5	37,14	9,52	90,25	8,74	17,1	17,7	72,2	195	220	0,003	–

Примечание. 1 – отношение помёта к торфу 1:0,5; 2 – отношение помета к торфу 1:0,3

Наличие торфа позволило улучшить химический состав куриного помета. При соотношении свежего (75 % влажность) помета и торфа 1 : 0,5 отмечается слабощелочная реакция среды, увеличение содержания общего азота на 13,8; подвижного фосфора на 1,2; кальция на 0,58 кг/т; зольность увеличилась на 4,93 %; содержание марганца на 49,86 мг/кг. Снизилось содержание калия на 0,6; магния на 14,2 кг/т; меди на 9,98; цинка на 10,99; свинца на 0,12 мг/кг.

При компостировании помета влажностью 62 % соотношении помета и торфа 1:0,5 отмечается слабощелочная реакция среды, увеличение содержание общего азота на 11,5; подвижного фосфора на 0,2; кальция на 2,0; магния на 11,86 кг/т; меди на 10,28; цинка на 49,7; марганца на 49,4 мг/кг (таблица 3). При влажности помёта 75 % и соотношении свежего помета и торфа 1:0,3 отмечается слабощелочная реакция среды, увеличилось содержание общего азота на 14,7; подвижного фосфора на 1,5; кальция на 0,98 кг/т; марганца на 61,86 мг/кг; зольность на 2,04 %, снизилось содержание подвижного калия на 0,8 кг/т; содержание меди на 7,12; цинка на 9,69; свинца на 0,13мг/кг. Компостирование помета 62 % влажности при соотношении помета и торфа 1 : 0,3 дает слабощелочную реакцию, отмечается увеличение общего азота на 10,9; кальция на 4,5; магния на 13,46 кг/т; зольности на 3,25 %; меди на 4,66; цинка на 46,7; марганца на 47,4 мг/кг; снизилось содержание подвижного фосфора на 0,2; калия на 0,6 кг/т, отмечаются следы кадмия (таблица 3).

При сроке созревания компоста 3 месяца и влажности куриного помёта 75 %, с учётом его химического состава, лучшим был компост при соотношении компонентов 1:0,5, при влажности 62 % – 1:0,3.

По истечении 6 мес созревания (апрел–октябрь) отобраны образцы помётно-торфяного компоста повторно и сделан его химический анализ (таблица 4).

Таблица 4 – Химический состав помётно-торфяного компоста после 6 месяцев компостирования (2018 г.)

Влажность	Соотношение помета и торфа	Кг/т			%			pH	Кг/т		Мг/кг				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сухое в-во	Зольность	Органическое в-во		Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb
75	1	19,7	4,8	4,1	42,37	9,75	90,25	7,49	6,1	1,6	21,3	127	142,4	0,053	–
	2	24,7	4,6	4,4	42,29	9,69	90,19	7,38	8,7	1,9	22,1	131	157,2	0,032	–
62	1	8,3	5,2	1,7	22,21	3,98	96,02	6,72	15,8	4,3	11,3	30,2	32,5	0,001	–
	2	7,9	7,8	3,8	21,19	3,89	96,00	6,09	15,9	4,7	11,2	30,0	33,1	–	–

Примечание. 1 – отношение куриного помёта к торфу 1:0,5; 2 – отношение помета к торфу 1:0,3

При влажности помета 75 % и отношении помета и торфа 1 : 0,5 компост имеет слабощелочную реакцию среды, за время компостирования увеличилась зольность на 6,67 %, содержание сухого вещества на 14,23 %; цинка на 50,21; марганца на 45,26 мг/кг; общего

азота на 6,6; подвижного фосфора на 0,6 кг/т; снизилось содержание меди на 19,02 мг/кг; магния на 20,2 кг/т. Отмечается фоновое содержание кадмия (таблица 4).

При использовании помета 62 % влажности и отношении помета к торфу 1 : 0,5 компост имеет нейтральную реакцию среды, за время компостирования снизилось содержание общего азота на 19,5; подвижного фосфора на 0,4; калия на 7,4 кг/т; зольность уменьшилась на 2,29 %; содержание сухого вещества на 16,92 %; меди на 56,22; марганца на 140,1; цинка на 118,1 мг/кг; увеличилось содержание кальция на 3,2 кг/т. Отсутствуют кадмий и свинец.

При влажности помета 75 % и соотношении помета и торфа 1 : 0,3 компост имеет нейтральную реакцию среды, за время компостирования увеличилось содержание сухого вещества на 14,15 %; зольность на 6,61 %; содержание азота на 11,7; фосфора на 0,4; кальция на 1,98 кг/т; цинка на 54,21; марганца на 60,1 мг/кг; снижается содержание меди на 18,22 мг/кг; магния на 19,9 кг/т; органического вещества на 6,73 %; (таблица 4).

При влажности помета 62 % и отношении помета к торфу 1 : 0,3 компост имеет близкую к нейтральной реакцию среды, увеличилось содержание подвижного фосфора на 2,2; кальция на 3,3; магния на 0,46 кг/т; органического вещества на 2,27 %; снизилось содержание общего азота на 19,9; подвижного калия на 5,3 кг/т; меди на 56,32; цинка на 118,3; марганца на 139,51 мг/кг; сухого вещества на 17,94 %; зольность уменьшилась на 2,38%; отсутствуют кадмий и свинец.

Таким образом, при компостировании куриного помета и торфа изменяется химический состав помётно-торфяного компоста, причем значение имеет влажность торфа и соотношение компонентов.

При 3 месячном хранении, и влажности куриного помета 75 % лучшее соотношение помёта и торфа 1 : 0,5, при влажности 62 %, отношение помёта к торфу 1:0,3; при 6-ти месячном хранении при влажности 75 и 62 % отношение – 1 : 0,3, так как снижается содержание в компосте меди, цинка, марганца, свинца, кадмия, реакция среды нейтральная, увеличивается зольность, содержание органического вещества.

Для предохранения компоста от промерзания в зимнее время целесообразно в верхний слой торфа, который используется для завершения штабеля, добавлять калийную соль или хлористый калий из расчёта 1 % от общей массы [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия : учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; ред. И. Р. Вильдфлуш. – Минск. : ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
2. Использование птичьего помета в земледелии (научно-методическое руководство) / под общ. ред. академиков РАСХН В. И. Фисиня и В. Г. Сычева. – М. : ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – 272 с.
3. Лапа В. В. Справочник агрохимика / В. В. Лапа, Н. И. Смян, И. М. Богдевич, И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова и др. – Минск : «Белорусская наука», 2007. – С. 387.
4. Лысенко В. П. Птичий помет – отход или побочная продукция / В. П. Лысенко // Птицеводство. – 2015. – №6. – С. 55.
5. Применение органических удобрений в интенсивном земледелии: рекомендации для специалистов сельского хозяйства и агрохимической службы АПК, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений аграрного профиля. Утверждено на коллегии Комитета по сельскому хозяйству и продовольствия Могилёвского облисполкома. Постановление № 15-4 от 27.04.2015 / И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова, П. А. Саскевич и др. – Горки : БГСХА, 2015. – 50 с.
6. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки : БГСХА, 2017. – 315 с.

СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ МИЦЕЛИЯ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ

Сиротюк Эмилия Айсовна, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», Россия, Республика Адыгея, г. Майкоп, emiliya09@iyandex.ru

Загрязнение планеты пластиковыми отходами достигло таких масштабов, что ситуация близка к критической. Единственный выход – создание биodeградируемых материалов на основе тканей живых организмов. В статье приводится технология создания экологичного композита для производства упаковки на основе мицелия базидиальных грибов и растительных волокон.

Ключевые слова: пластиковые отходы, загрязнение среды, базидиальные грибы, мицелий, растительные отходы, мицелиевый композит, экологичность.

THE CREATION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COMPOSITE ON THE BASIS OF MYCELIUM OF BASIDIOMYCETES

Sirotyuk E. A.

The pollution of the planet with plastic waste has reached such proportions that the situation is close to critical. The only way out is to create biodegradable materials based on the tissues of living organisms. The article presents the technology of creating an eco-friendly composite for the production of packaging based on the mycelium of basidial fungi and vegetable fibers.

Keywords: plastic waste, environmental pollution, basidiomycetous mushroom, oyster mushroom, mycelium, vegetative waste, mislevy composite, environmentally friendly.

Актуальность темы обусловлена необходимостью безотлагательного решения проблемы пластиковых отходов. Широкое использование пластиковой продукции привело к глобальным нарушениям в экосистемах планеты и стало основной причиной истощения горючих полезных ископаемых.

Во-первых, сегодня все среды обитания на Земле загрязнены пластиком настолько, что ситуация близка к критической. Сроки разложения пластиковых отходов, большинство из которых являются устойчивыми химическими соединениями, составляют десятки и сотни лет, и на свалках они сохраняются многие годы, медленно загрязняя окружающую среду.

Во-вторых, добыча сырья, производство, уничтожение пластика путем сжигания и захоронения сопровождаются выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух, попаданием их в почву и подземные воды.

В-третьих, большинство видов пластика получают из природных и нефтяных газов, каменного угля – невозобновимых природных ресурсов, запасы которых стремительно истощаются.

Без сомнения, можно утверждать, что пластик сегодня – самый востребованный материал не только по объемам потребления, но и по количеству отходов. Вся ирония заключается в том, что его положительные свойства определили его главный недостаток – устойчивость к разложению, и, как результат, вызвали огромное скопление пластикового мусора.

В Республике Адыгея, как и в целом по России, одной из наиболее актуальных экологических проблем являются хранение и переработка твердых коммунальных отходов (ТКО), значительную часть которых составляет пластик. В республике насчитывается девять зарегистрированных полигонов по захоронению ТКО общей площадью 37,7 га, сосредоточенных в городах Майкоп и Адыгейск, аулах Кошехабль, Хакуринохабль, Понежукай, Тахтамукай, пос. Тульский, ст. Гиагинская, с. Красногвардейское. Ежегодно на полигоны вывозится более 350 тыс. т отходов. За предшествующие годы их накоплено уже более 1,5 млн м³. Большинство полигонов не удовлетворяют современным требованиям, а емкость некоторых из них находится на грани исчерпания [3].

Из-за отсутствия в республике предприятий для переработки пластиковых отходов они складываются не только на полигонах, но и на несанкционированных свалках в населенных

пунктах и их окрестностях, в лесополосах, на берегах рек, загрязняя воздух, почву, водные объекты [4]. Проблема усугубляется с каждым годом, и одним из выходов из сложившейся ситуации является переход на альтернативные экологически чистые технологии. Одно из самых последних и перспективных направлений работ в этой области – создание биodeградируемых материалов на основе тканей живых организмов.

Объектом данного исследования является *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. – базидиальный гриб-ксилотроф, широко распространенный в лесах умеренной зоны. Гриб живет на пнях, валежнике, сухостойных или живых ослабленных деревьях различных лиственных, реже хвойных пород, в лиственных и смешанных лесах [1]. Мицелий гриба растет апикально, вследствие чего происходит его энергичная экспансия и интенсивное освоение субстрата за счет заполнения всего объема ингибированными гифами [2]. В субстрате мицелий развивается радиально, связывая органические вещества и прочно их удерживая.

Цель работы – получение экологичного композита на основе мицелия вешенки обыкновенной и растительных волокон.

Экологичный композит должен обладать следующими характеристиками: производиться из возобновляемого сырья с минимальным расходом энергии и количеством выбросов; быть безопасным, т. е. не представлять угрозы для биоты и окружающей среды; биodeградируемым после эксплуатации микроорганизмами и под воздействием факторов среды разлагаться до диоксида углерода и воды не менее чем на 90 % за период в шесть месяцев.

Научная новизна исследования связана с выбором ранее неизученного в данном отношении объекта – вешенки обыкновенной, а также в новом методе стерилизации субстрата с применением природных антисептиков.

Практическая значимость исследования заключается в том, что производство мицелиевого композита позволит: снизить уровень выбросов загрязняющих веществ, сохранить невозобновимые природные ресурсы, включить в оборот отходы сельскохозяйственного производства, даст возможность использования результатов исследования в других научных разработках.

По теме исследования нами был проведен пробный эксперимент. Технология создания мицелиевого композита включала следующие этапы: стерилизация субстрата; инокуляция; инкубация; инактивация. В качестве субстрата были исследованы отходы сельскохозяйственного производства (древесные щепки, лузга подсолнечника, листья кукурузы, шелуха семян пшеницы и др.). Перед тем как приступить к стерилизации субстрата, его измельчали до однородных частиц размером от двух до четырех сантиметров для устранения пустот, которые могут возникнуть на следующем этапе. Пустоты снижают качество готового изделия, приводят к его деформации, повреждениям. Кроме того, измельченные частицы субстрата лучше поддаются стерилизации, что снижает вероятность развития в нем плесневых грибов.

Для уничтожения конкурентной микобиоты (плесени) в субстрате, препятствующей развитию мицелия, проводилась его стерилизация. Обычно она осуществляется под воздействием физических, химических или механических факторов. Экспериментальным путем нами определен новый, эффективный способ борьбы с патогенной микобиотой в субстрате – использование природных антисептиков, лучшим из них оказался отвар корицы. После стерилизации в субстрат вносили органические добавки, ускоряющие рост и развитие мицелия.

При достижении температуры субстрата 20 °С проводили инокуляцию мицелия. Увлажненный субстрат (рН 5–6, влажность – 70–85 %) смешивали с мицелием, закладывали в пластиковые формы с крышками. Для газообмена и удаления излишней влаги в них делались отверстия.

Заинокулированный субстрат держали в условиях, обеспечивающих развитие в нем мицелия: при температуре от +16 до +24 °С, доступе кислорода и относительной влажности 75–90 %. Свет на период освоения мицелием субстрата не нужен, наоборот, яркое освещение может тормозить его рост. При соблюдении требуемых параметров микроклимата мицелий в субстрате развивался бурно, вызывая естественную адгезию между гифами мицелия, который нарастает радиально и растительными волокнами. Обычно зарастание продолжается, в

зависимости от величины блоков и массы вносимого мицелия, от четырех до 14 дн, за это время весь субстрат будет освоен мицелием и превратится в монолитный блок белого цвета.

Инактивацию мицелия проводили путем сушки в конвекционной печи. После инактивации композит готов к применению. Нежелательным явлением является появление на его поверхности мицелиальной корки – стромы, из-за внесения избытка мицелия или высоких температур в инкубационном помещении. Рост мицелия в обоих случаях замедляется. О наличии бактериального заражения свидетельствуют неприятный запах или выделение влаги; о наличии грибного заражения – зеленые, ярко-оранжевые или черные пятна. Зараженные емкости сжигали. После инактивации продукт дает усадку изделия в 2–4 см. В дальнейшем ее необходимо откорректировать так, чтобы она не превышала 1 см.

Полученный композит обладает рядом свойств, сходных со свойствами пенопласта – огнестойкостью, ударопрочностью, звукоизоляционностью, низкой плотностью, малым удельным весом. Однако он имеет преимущества над синтетическим аналогом: экологичен (производится из возобновляемого сырья с минимальным расходом энергии и незначительным количеством выбросов); безопасен (не представляет угрозы для биоты и окружающей среды); биodeградируемый (после эксплуатации разлагается микроорганизмами и под воздействием факторов среды до диоксида углерода и воды не менее чем на 90 % за период в шесть месяцев); обладает естественной адгезией между связующим мицелием и армирующим субстратом; способен к самозаживлению (теоретически разрыв в композите можно устранить введением инокулированной биомассы в разрушенную часть, дав мицелию связать часть снова вместе); после эксплуатации может применяться в качестве компоста для улучшения физико-химических и биологических свойств аграрных ландшафтов.

Полученный композит является гидрофобным, поэтому может применяться только для производства упаковки. Существует необходимость проведения дальнейших научно-исследовательских работ для разработки технологии получения мицелиевого материала с необходимыми свойствами на основе мицелия разных видов грибов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Змитрович И. В. Эпиморфология и тектоморфология высших грибов / И. В. Змитрович // *Folia Cryptogamica Petropolitana*. – 2010. – № 5. – 272 с.
2. Змитрович И. В. Феноменология мицелия. Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mycol-algol.ru/event_00001/Zmitrovich_event00001.pdf.
3. Тугуз Ф. В. Экологическая ситуация как результат развития расселения на территории Республики Адыгея / Ф. В. Тугуз, Н. П. Очерет // *Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественно-математические и технические науки*. – 2016. – № 4. – С. 94–101.
4. Туова Т. Г. Мониторинг качества антропогенных почв сельскохозяйственного назначения Республики Адыгея / Т. Г. Туова, Ф. В. Тугуз // *Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественно-математические и технические науки*. – 2014. – Вып. 2 (137). – С. 92–95.

АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОЗДОРОВЛЕНИЕ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ ПАРНИКА С ПОМОЩЬЮ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ НЕСМЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ ТАБАЧНОЙ РАССАДЫ

Плотникова Татьяна Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, *Россия, г. Краснодар, vniitti1@mail.kuban.ru.*

Сидорова Наталья Владимировна, старший научный сотрудник, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий, *Россия, г. Краснодар, vniitti1@mail.kuban.ru.*

Егорова Елена Владимировна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия, г. Краснодар.*

Трехкратное внесение органических удобрений Росток и Гуми-20 М богатый (овощи, ягоды, зелень) в питательную смесь рассадника до посева табака и двукратно в виде внекорневой подкормки в период роста рассады способствует увеличению содержания в питательной смеси основных питательных элементов, повышению биологической активности, снижению плотности патогенной микрофлоры и поражения растений рассадными гнилями.

Ключевые слова: деградированный питательный субстрат, табак, рассада, органические удобрения, Росток, Гуми-20 М богатый (овощи, ягоды, зелень), биологическая активность почвы, микопатогены.

AGROBIOLOGICAL IMPROVING OF SEEDBED SOIL, WHICH IS UNCHANGEABLE AND DEGRADED DUE TO LONG TERM TOBACCO SEEDLING GROWING, BY UTILIZING ORGANIC FERTILIZERS

Plotnikova T. V., Sidorova N. V., Egorova E. V.

Triple applying of organic fertilizers Rostok and Gumi-20 M rich (vegetables, berries, herbs) into seedbed soil once before sowing and twice as non-root applying during seedling growing period leads to increasing of basic nutrients content in seedbed soil, its biological activity, decreasing density of pathogenic microorganisms and infestation with seedling rots.

Keywords: degraded seedbed soil, tobacco, seedling, organic fertilizers, Rostok and Gumi-20 M rich (vegetables, berries, herbs), biological activity of soil, mycopathogens.

Стабильность процесса выращивания здоровой и качественной рассады табака зависит от состояния питательной смеси парника, смену которой необходимо, в соответствии с рекомендациями, проводить не реже чем 1 раз в 3–4 года, а лучше ежегодно [2]. Однако высокая затратность данного процесса приводит к тому, что выгонку растений осуществляют на несменяемом в течение ряда лет субстрате, при этом происходит комплексная его деградация, потеря подвижных форм питательных элементов, падение супрессивности смеси (показатель почвенного здоровья) и накопление в ней микопатогенной инфекции. При этом в ризосфере табачных растений патогенный комплекс преобладает над супрессорами, отмечается накопление плесневых грибов, часто приводящее к гибели растений. Изменить ситуацию в положительную сторону могут современные универсальные органические удобрения. Данные препараты не только позволяют восполнить потери органического вещества и основных доступных элементов в питательной смеси, но и восстановить супрессивный потенциал рассадника, что способствует поддержанию иммунного потенциала растений к поражению рассадными гнилями, т. е. сбалансированные органические удобрения могут служить заменой фунгицидам. Поэтому целью исследований является изучение влияния современных органических удобрений, внесенных в парниковую смесь, на повышение плодородия, оздоровление питательной смеси в рассаднике, рост, развитие и качество табака в рассадный и полевой периоды.

Исследования проведены на опытно-экспериментальной базе института (2017–2018 гг.). Табачную рассаду выращивали в необогреваемых парниках. Площадь учетной делянки составила 1 м², повторность трехкратная. Норма высева семян 0,3 г/м². Сорт табака Крупно-

лиственный 9М. Опыт закладывался на длительно несменяемой (13–14 лет) парниковой смеси на 50 % азотном фоне от оптимального содержания (N₃₅). Испытываемые препараты Росток вносили в дозе 1,0 мл/м², Гуми–20М богатый (овощи, ягоды, зелень) – 3,0 мл/м² трижды: до посева семян (за 3–5 дн) и в период вегетации рассады (через 2 и 4 нед после посева семян) с поливной водой из расчёта 1 л рабочего раствора/м². В процессе исследований определяли качество технически зрелой рассады [1]. Оценивали влияние испытанных удобрений на агробиологическое оздоровление питательной смеси рассадника по биологической диагностике почвы. Видовой состав микрофлоры устанавливали в лабораторных условиях по стандартным методикам и с помощью микроскопирования [3]. Для оценки влияния удобрений в дальнейшем на продуктивность табака растения после выборки в соответствии с вариантами опытов в парнике высаживали в поле.

В ходе проведенных экспериментов на контрольном варианте были выделены и идентифицированы микромицеты различной трофической специализации родов: *Alternaria* (3,0 КОЕ/1 г почвы), *Verticillium* (2,5 КОЕ), *Cephalosporium* (4,0 КОЕ), *Penicillium* (2,5 КОЕ). Кроме несовершенных грибов, обнаружены представители низших грибов: *Mucor* и *Rhizopus* (2,5 КОЕ). Поражение растений рассадной гнилью на контрольном варианте составляло около 20 %.

При микологическом анализе почвенного образца с применением препарата Гуми-20 М богатый в опытных образцах проросли микромицеты родов *Alternaria*, *Cephalosporium* и *Rhizopus* в количестве 1,0–2,3 КОЕ. Микологический анализ питательной смеси после применения препарата Росток позволил идентифицировать колонии грибов *Alternaria*, *Verticillium* и *Rhizopus* в количестве 1,0–1,2 КОЕ на 1 г абсолютно сухой почвы. То есть отмечено некоторое снижение плотности кондуктивной инфекции, при этом поражение растений рассадными гнилями на вариантах, где вносили гуминовые удобрения, составило 5 %. Кроме того, под воздействием препаратов отмечено увеличение содержания нитратов до 66 %, аммиачного азота – до 133 %, подвижного фосфора – до 17 % и обменного калия – до 37 % по сравнению с контрольными показателями (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние органических удобрений на содержание подвижных форм главных питательных элементов в парниковой смеси

Вариант	Содержание мг на 100 г смеси			
	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	4,35	8,81	15,90	16,1
Гуми-20М богатый	10,13	12,06	17,76	20,1
Росток	9,39	14,10	18,09	22,0

Примечание. Дата отбора почвенных образцов – 23 дня после посева семян табака.

Изучаемые органические удобрения оказали положительное влияние на биологическую активность почвы. Так, интенсивность процесса нитрификации, от которого зависит азотный режим почвы, на удобренных вариантах протекал в 1,3–2,2 раза интенсивнее, чем на контроле.

Выявлено усиление деятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов в 1,4–2,1 раза и активизированы дыхательные свойства питательной смеси в 1,1–1,6 раза (таблица 2). На созданных удобренных фонах отмечено значительное улучшение качества растений. Выход стандартной рассады к оптимальному сроку высадки в поле на делянках с использованием удобрений составил 800–840 шт./м², при этом на контроле – 557 шт./м².

В полевых опытах наблюдения показали, что обработанная рассада после высадки в поле легче преодолеvalа «пересадочный» шок, за период вегетации сформировала большую листовую массу, высоту растений и, следовательно, урожайность сырья. Прибавка урожая составила с растений, обработанных удобрением Гуми-20 М богатый, 4,2 ц/га (9 %) и с растений, обработанных препаратом Росток, – 5,8 ц/га (13 %) (НСР₀₅ – 2,61 ц/га) (таблица 3).

Таблица 2 – Влияние органических удобрений на показатели биологической активности питательной смеси

Вариант	Нитрификационная способность почвы, мг NO ₃ ⁺ на кг	Интенсивность выделения углекислоты почвой, мг CO ₂ /кг в сутки	Активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, %
Контроль	4,33	22,00	35,93
Гуми-20М богатый	6,54	25,01	48,72
Росток	8,83	33,02	54,89

Таблица 3 - Влияние использования органических удобрений в рассадный период на урожайность табака

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Контроль	45,0	-	-
Гуми-20М богатый	49,2	4,2	9
Росток	50,8	5,8	13
НСР ₀₅		2,61	

Примечание. Удобрения применялись только при выращивании рассады

Кроме того, примененные органические удобрения способствовали повышению качества сырьевой продукции перспективного сорта табака Крупнолистный 9М, основными показателями которого являются белки, никотин и углеводы. Так, никотин определяет уровень крепости табака, углеводы и белки – его вкусовые свойства. Углеводы положительно влияют на курительные свойства табака, чем больше содержание углеводов, тем выше его качество. Белки отрицательно действуют на курительные достоинства табака. Оценивая качество табака, принято рассчитывать углеводно-белковое отношение, или число Шмука, – чем оно выше, тем лучше качество.

Применение удобрений не изменило крепости сырья, содержание никотина в вариантах опыта находилось в пределах 0,8–1,0 %. Все показатели по содержанию белков в сырье незначительно снизились и составили 6,1–6,2 %, на контроле – 6,3 %. Однако значительно повысилось количество углеводов до 11,8–13,0 %, на контроле – 8,6 %, именно этот показатель улучшил качество сырья при использовании гуминовых препаратов.

Таким образом, трехкратное использование в рассаднике современных органических удобрений гуминовой природы Росток и Гуми-20 М богатый обеспечивает улучшение минерального питания растений, повышение биологической активности питательной смеси, т. е. предотвращение дальнейшей деградации несменяемой питательной смеси и восстановление её плодородия и снижение микопатогенной нагрузки

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёхин С. Н. Методическое руководство по проведению агротехнических опытов с табаком в рассадниках / С. Н. Алёхин, Т. В. Плотникова, В. А. Саломатин [и др.] / ГНУ ВНИИТТИ. – Краснодар, 2013. – 27 с.
2. Оказов П. Н. Технология выращивания рассады табака на несменяемой смеси в парниках и пленочных теплицах / П. Н. Оказов, Б. Г. Иваненко, И. И. Мурзинова [и др.]. – Краснодар, 1987. – 32 с.
3. Easton G. D. A method of estimating *Verticillium albo-atrum* propagules in field soil and irrigation waste water / G. D. Easton, M. E. Nagle, D. L. Bailey // *Phitopatology*. – 1969. – Vol. 59. – № 8. – P. 1171–1172.

ТОРФЯНАЯ ЗОЛА КАК КОМПОНЕНТ ПИТАТЕЛЬНЫХ ТОРФОГРУНТОВ

Анисимова Татьяна Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник группы торфа Всероссийского НИИ органических удобрений и торфа – филиала ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», Россия, г. Владимир, *anistan2009@mail.ru*

Использовали отходы модульных торфяных котельных (золы) для производства питательных грунтов на основе торфозольно-люпинового компоста, которые предназначены для выращивания рассады томата. В ходе эксперимента установлено, что наиболее эффективно было использование компоста с соотношением компонентов 1 : 1 : 2.

Ключевые слова: торфяная зола, торфо-зольно-люпиновые компосты, питательный торфяной грунт, рассада томатов.

PEAT ASH AS COMPONENT OF NUTRIENT PEAT SOILS

Anisimova T. Yu.

The use of waste peat modular boilers for the production of nutritious soils based on peat-ash-lupin compost intended for growing tomato seedlings. The experiment found that the most effective use of the compost with the ratio 1:1:2.

Key words: peat ash, peat-ash-lupin composts, nutrients, peat soil, tomato seedlings.

В настоящее время вопросы экологизации сельскохозяйственного производства как условие достижения экономической и продовольственной безопасности страны, а также рационального использования местных ресурсов и органоминеральных отходов являются весьма актуальными [3]. Так, зола является не только бытовым отходом, получаемым при сжигании дров, торфа, угля и т. д., но и широко распространенным местным удобрением. В ее состав входят почти все питательные вещества, необходимые растениям, за исключением азота, при этом зола особенно богата калием. Кроме того, высокое содержание в золе торфа углекислого кальция позволяет использовать ее для снижения кислотности почв и почвогрунтов. Зеленая масса бобовых культур, в нашем случае однолетнего люпина, богата азотом. В процессе ее компостирования с торфом и торфяной золой азот органического вещества торфа и зеленой массы люпина, а также калий и фосфор золы переходят в доступное для растений состояние [1]. Вместе с тем существуют научные данные о том, что торфо-зольные компосты и торфо-люпиновые компосты ранее применяли для удобрения полевых культур, а сведений их использования в малообъемной культуре выращивания овощей крайне мало [2, 4].

Исследования по определению эффективности использования торфо-зольно-люпиновых компостов (ТЗЛК), которые использовали в качестве питательных грунтов, проводили в вегетационных опытах. Компосты получены путём пассивного компостирования на открытой площадке торфозольно-люпиновой смеси с разным соотношением компонентов. Основой питательных грунтов являлся верховой торф, этот вариант был принят как контрольный.

Схема опыта:

1. Торф — контроль
2. Торф + зола + зеленая масса люпина (1 : 1 : 1)
3. Торф + зола + зеленая масса люпина (2 : 1 : 1)
4. Торф + зола + зеленая масса люпина (1 : 1 : 2)
5. Торф + зола + зеленая масса люпина (1 : 2 : 1)

Повторность четырехкратная.

Торфогрунтами заполняли ячейки пластмассовых кассет, предназначенных для выращивания рассады, объем каждой ячейки составлял 25 см³. Сеянцы (школку) томата сорта Дубок высаживали в ячейки по одной штуке. В каждом варианте выращивали по 64 растения.

Оценку эффективности изучаемых компостов (торфогрунтов) проводили по двум критериям: морфобиометрическому (динамика роста, накопление биомассы растений) и химическому (содержание сухого вещества, азота, фосфора и калия в рассаде). Уборку (выборку)

рассады томата проводили в фазе 6–7 настоящих листьев (при появлении 1-й цветочной кисти), что для разных серий опыта соответствовало возрасту 55–60 дн. В ходе выборки рассады учитывали массу надземной части и корней, линейную длину растений, количество листьев на каждом растении. Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы STAT.EXE.

Проведен анализ полученных компостов на общую токсичность с применением экспресс-метода, который показал, что изучаемые компосты являются нетоксичными для растений. Результаты агрохимического анализа готовых торфо-зольно-люпиновых компостов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимический анализ торфозольных (ТЗК) и торфозольно-люпиновых (ТЗЛК) компостов

Образец	Зола, %	рН	Общие, % на а. с. в.			С, %	Токсичность, %
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Контроль	5,6	4,0	1,18	0,28	0,01	47,2	21,3
ТЗЛ 1:1:1	57,9	7,45	0,50	0,70	0,35	21,0	-
ТЗЛ 2:1:1	48,6	7,35	0,55	0,66	0,31	25,7	-
ТЗЛ 1:1:2	57,9	7,4	0,57	0,66	0,43	21,0	4,8
ТЗЛ 1:2:1	52,8	7,4	0,52	0,70	0,31	23,5	4,9

Общая нейтрализующая способность торфяной золы в пересчете на окись кальция составила 27–33 %. Торфяная зола и зеленая масса люпина как компоненты торфогрунтов оказали существенное влияние на качественные характеристики рассады томата (биомассу, облиственность, длину стебля). Статистическая обработка полученных данных показала, что наибольшая величина биомассы 1-го растения была отмечена в варианте с соотношением компонентов 1 : 1 : 2. При этом масса 1-го растения в среднем составил 12,8 г, что превышало этот показатель в контрольном варианте почти в 11 раз. Такое увеличение биомассы растений можно объяснить улучшением азотного питания растений томата в результате увеличения доли сидерата в компосте (таблица 2, рисунок 1).

Таблица 2 – Влияние соотношений компонентов торфозольно-люпиновых компостов на качество и химический состав рассады томата

Варианты	Биомасса 1-го растения (естественной влажности), г	Линейная длина растений, см	Среднее количество листьев, шт.	Содержание, %		
				азот общий	фосфор общий	калий общий
Контроль	1,2	5,3	3,0	0,48	0,22	0,51
ТЗЛК 1:1:1	3,3	18,2	5,6	0,8	0,53	1,84
ТЗЛК 2:1:1	4,8	22,2	4,9	0,8	0,53	2,0
ТЗЛК 1:1:2	12,8	36,5	5,8	1,20	0,58	2,40
ТЗЛК 1:2:1	6,9	29,5	5,8	1,08	0,62	2,52
НСР ₀₅ 2,18 7,88 1,92						

Использование питательных грунтов с разным соотношением компонентов оказало достоверно положительное влияние на химический состав растений. Так, содержание общего азота в надземной массе составило 0,8–1,2 % в зависимости от сочетания компонентов при 0,48 % в контрольном варианте. Наибольшее содержание общего азота (1,20 %) отмечено в варианте с наибольшей долей люпинового компонента в составе грунта. Содержание общего фосфора в растениях томата составило в среднем 0,53–0,58 % при 0,22 в контроле, общего калия – в среднем 1,84–2,52 % при 0,51 в контроле.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии применения торфозольно-люпиновых компостов в качестве питательных грунтов при выращивании рассады томата. Лучшие биометрические показатели растений были получены в вариантах с соотношением компонентов в торфозольно-люпиновых – 1 : 1 : 2.

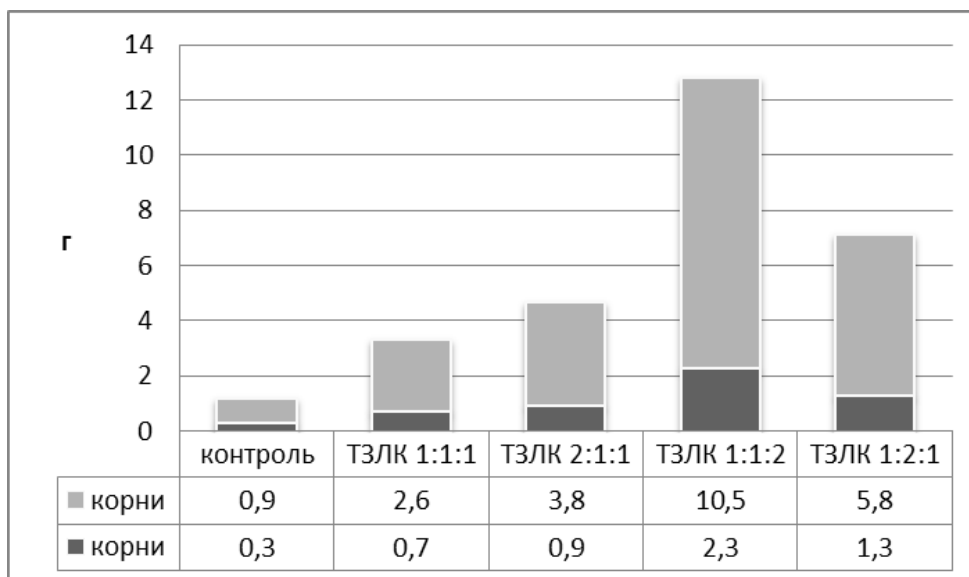


Рисунок 1 – Влияние соотношений компонентов в торфо-зольно-люпиновых компостах на формирование биомассы 1-го растения томата

Торф в данном опыте можно рассматривать как субстрат или как основу питательного грунта, а торфяная зола и зеленая масса люпина в его составе являются источником питательных веществ, необходимых для роста и развития растений томата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимова Т. Ю. Использование биологических средств для повышения эффективности торфяных питательных грунтов / Т. Ю. Анисимова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 4. – С. 34–36.
2. Башков А. С. Повышение эффективности удобрений на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья / А. С. Башков. – Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – 328 с.
3. Белюченко И. С. Отходы быта и производства как сырье для подготовки сложных компостов / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 405 с.
4. Яковлев Д. В. Использование продуктов утилизации биологических отходов в качестве удобрения. / Д. В. Яковлев, Т. Ю. Бортник // Инновационные процессы в АПК: сб. статей VI Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 16–18 апреля 2014 г. – М. : РУДН, 2014. – С. 266–269.

УДК 631.812

ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Наумова Галина Васильевна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск, altom@ecology.basnet.by

Макеенко Александр Александрович, аспирант, младший научный сотрудник, ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Минск, makeenko1507@mail.ru

Рассмотрена возможность применения твердых остатков производства гуминовых препаратов в качестве упрочняющей добавки для формованного древесного топлива.

Ключевые слова: торф, гуминовые препараты, твердые остатки, пеллеты.

BY-PRODUCTS OF HUMIC PREPARATIONS PRODUCTION AND PROSPECTS OF THEIR USE

Naumova G. V., Makeyenko A. A.,

The possibility of using solid residues of the humic preparations production as a hardening additive for wood molded fuel is considered.

Keywords: peat, humic preparations, solid residues, pellets.

В Республике Беларусь в последние годы стабильно осуществляется выпуск гуминовых препаратов на основе торфа, которые успешно используются в растениеводстве в качестве регуляторов роста и в составе минеральных удобрений (Оксидат торфа, Гидрогумат, Оксигумат и др.), в животноводстве как биологически активные добавки к кормовым рационам (Гумовет и др.), а также в ветеринарии [2, 5, 6, 7].

Учитывая возрастающий спрос на биологически активные препараты природного происхождения, отличающиеся экологической безопасностью для окружающей среды и здоровья человека, а также наличие в нашей республике доступного торфяного сырья, в ближайшие годы будут расширяться объемы выпуска гуминовых препаратов, что требует решения проблемы утилизации побочных продуктов (твердых остатков), образующихся при их производстве [3]. К сожалению, изучению состава и свойств твердых остатков исследователи ранее не уделяли должного внимания, а в настоящее время безотходное использование самого торфа стало неотложной задачей как в экологическом, так и в экономическом плане.

Как известно, современные технологии производства гуминовых препаратов базируются в основном на глубокой химической переработке торфа путем его окислительной или гидролитической деструкции в присутствии щелочных реагентов. Это позволяет активировать гуминовые кислоты, а также дополнительно обогатить целевые продукты биологически активными «гуминоподобными» веществами (меланоидинами), аминокислотами, карбоновыми кислотами и другими органическими соединениями.

Целью настоящей работы на первом этапе был отбор твердых остатков на четырех опытно-промышленных установках, осуществляющих производство гуминовых препаратов на основе торфа с использованием различных технологических приемов переработки. Данные остатки образуются после разделения на центрифуге водно-щелочной суспензии: жидкая фаза – целевой продукт (гуминовый препарат), твердая фаза – побочный продукт (твердый остаток). По органолептической оценке остатки представляют собой вязко-волоконистую массу темно-коричневого цвета с запахом щелочи или аммиака (в зависимости от используемого реагента в процессе переработки торфа).

Были определены физико-химические характеристики твердых остатков, отобранных на действующих опытно-промышленных установках (таблица 1). Как видно из полученных данных, влажность основной части анализируемых остатков находится в пределах 78–85 % и только остаток от получения Гумовета характеризуется более низкой влажностью – 68 %. Различие обусловлено тем, что водно-щелочную суспензию при производстве Гумовета разделяют при больших оборотах центрифуги.

Таблица 1 – Физико-химическая характеристика побочных продуктов производства гуминовых препаратов

Показатели	Препараты			
	Гидрогумат	Оксигумат	Оксидат торфа	Гумовет
Влажность, %	78,3	80,7	85,1	68,0
Зольность, %	5,48	4,23	5,09	1,01
pH водной вытяжки	8,98	8,82	8,89	9,06
Плотность, г/см ³	1,12	1,11	1,08	1,16

Содержание минеральных веществ в исследуемых остатках также имеет свою специфику. Наименьшей зольностью характеризуется остаток от Гумовета. Этот препарат производят исключительно из сфагнового малоразложившегося торфа (зольность 2,3 %), а его обработка

в аммиачной среде не способствует накоплению минеральных веществ в самом твердом остатке.

Остатки от производства Гидрогумата, Оксигумата и Оксидата торфа имеют повышенную зольность, что закономерно, так как в их производстве используется более минерализованный низинный торф, к тому же в остаток Оксигумата и Гидрогумата переходят натриевая щелочь и ее производные. Реакция среды (рН) у всех анализируемых остатков щелочная. Она находится в пределах 8,8–9,1, что обусловлено использованием в технологическом процессе производства щелочных реагентов – едкого натра или водного аммиака. Показатели плотности для всех остатков лежат практически в одном диапазоне 1,08–1,16 г/см³. Разница в первую очередь связана с их влажностью.

Проведенные исследования по изучению группового состава твердых остатков показали, что их органическая масса представлена преимущественно лигнином, содержание которого в остатках Гидрогумата и Оксигумата составляет соответственно 37,3 и 30,7 %. В остатках от Гумовета и Оксидата торфа «лигнин» содержится в количестве 22–25 %.

Гуминовые вещества в остатке Оксидата торфа содержатся в количестве 44 % на органическую массу, Гумовета – более 20 %, в остатках Гидрогумата и Оксигумата эти показатели находятся на уровне 30 % на органическую массу.

Важно подчеркнуть, что такие компоненты, как битумы, гуминовые вещества и лигнин, согласно литературным данным, обладают связующими свойствами и могут оказывать положительное воздействие на прочностные показатели различных композиционных материалов. Следует обратить внимание, что остатки от производства Оксидата торфа и Гумовета обогащены азотом, который составляет около 6 % в их органической массе и представлен преимущественно гуматами аммония и аммиаком. Известно, что аммиак оказывает положительное воздействие на структуру и прочностные свойства формуемого торфяного топлива и других композитов [4].

В связи с этим представлялось целесообразным провести поисковые исследования по возможности использования побочных продуктов, образующихся при получении гуминовых препаратов в качестве упрочняющих добавок к формуемому топливу из древесных отходов. Для этого в лабораторных условиях кафедры химической переработки древесины БГТУ были изготовлены древесные топливные гранулы (пеллеты) с добавлением твердого остатка производства гуминового препарата Гидрогумат, а также определены физико-механические показатели пеллет (плотность, предел прочности при изгибе, стойкость к истиранию). После проведения испытаний были получены следующие значения физико-механических показателей пеллет, представленные в таблице 2.

Таким образом, при внесении незначительного количества данной добавки в композицию пеллет их прочность при изгибе увеличивается на 30 % по сравнению с контрольными значениями.

Также с помощью лабораторного вибросепаратора (HAVER EML 200 digital plus) были проведены испытания гранул на стойкость к истиранию (виброустойчивость), которая характеризуется содержанием фракции пыли (0,25/0) [1]. В таблице 3 представлено распределение пеллет по фракциям в процентном соотношении.

Таблица 2 – Физико-механические показатели пеллет

Наименование показателя	Средние значения показателей	
	Пеллеты без добавки	Пеллеты с добавкой
Толщина, см	1,082	1,073
Масса, г	20,5679	20,5077
Плотность, г/см ³	1,056	1,053
Разрушающее усилие, Н	78,50	93,75
Предел прочности при изгибе, МПа	6,71	8,95

Таблица 3 – Распределение пеллет по фракциям

Номер фракции	Пеллеты без добавки, %	Пеллеты с добавкой, %
-3 (неразрушенные)	96,53	97,79
3/2	0,08	0,04
2/1	0,62	0,40
1,0/0,5	1,04	0,73
0,5/0,25	0,97	0,65
0,25/0 (пыль)	0,75	0,44

Из таблицы видно, что, благодаря добавлению побочных продуктов производства препарата Гидрогумат в композицию пеллет, заметно снижается доля мелких фракций, т.е. пеллеты становятся более виброустойчивыми. Так, судя по фракции пыли (0,25/0), при введении этой добавки в композицию пеллет в незначительных количествах их стойкость к истиранию увеличивается на 36 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биотопливо твердое. Определение механической прочности гранул и брикетов: СТБ EN 15210-1-2011. Введ. 01.07.2012. – Минск : БелГИСС, 2011. – 12 с.
2. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Министерство сельского хозяйства и продовольствия РБ. – Минск, 2017. – 543 с.
3. Лиштван И. И. Оценка торфа месторождения «Туршовка-Чертово» как сырья для глубокой комплексной переработки / И. И. Лиштван [и др.] // Природопользование : сб. научн. тр. – Минск, 2016. – № 30. – 158 с.
4. Наумова Г. В. Новая корректирующая кормовая добавка для высокопродуктивных коров / Г. В. Наумова [и др.] // Природопользование : сб. научн. тр. – Минск, 2011. – № 20. – 158 с.
5. Наумова Г. В. Влияние гумат-и пектинсодержащих препаратов на биохимические показатели крови и резистентность организма животных / Г. В. Наумова [и др.] // Природопользование : сб. научн. тр. – Минск, 2017. – № 31. – 205 с.
6. Наумова Г. В. Регулятор роста растений Оксигумат и эффективность его применения при выращивании древесных декоративных растений / Г. В. Наумова [и др.] // Природопользование: сборник научных трудов. – Минск, 2017. – № 31. – 205 с.
7. Томсон А. Э. Торф и продукты его переработки / А. Э. Томсон, Г. В. Наумова. – Минск: Беларуская навука, 2009. – С. 257–264.

УДК 543.9

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ СОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ МЕДИ (II) В КАЧЕСТВЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АСПАРАГИНА И ГЛУТАМИНА НА ЭТАПЕ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН ФАСОЛИ ЗЕРНОВОЙ

Ильясова Римма Рашитовна, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Россия, Республика Башкирия, г. Уфа, *ilyasova_R@mail.ru*

Массалимов Исмаил Александрович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Россия, Республика Башкирия, г. Уфа, *ismail_mass@mail.ru*

Изучена возможность применения перлита, использованного для сорбционной очистки сточных вод от ионов меди (II), в качестве питательной смеси для семян фасоли зерновой на этапе всхожести. Показано положительное влияние материала на увеличение содержания аспарагина и глутамина.

Ключевые слова: высокодисперсный вермикулит, аминокислоты.

**APPLICATION OF THE WASTE OF SORPTION PURIFICATION OF INDUSTRIAL
WASTEWATER FROM COPPER (II) IONS AS A NUTRITIONAL MIXTURE
FOR INCREASING THE CONTENT OF ASPARAGINE AND GLUTAMINE AT THE STAGE
OF SEED GERMINATION OF GRAIN BEAN**

Цыасова Р. Р., Massalimov I. A.

Studied the possibility of fine perlite, used for sorption purification of waste water from ions of copper (II), as a growth stimulant seed beans. The positive effect of the above substances to increase the content of free amino acids asparagine and glutamine.

Key words: highly dispersed perlite and amino acids.

Известно, что растения синтезируют из углекислого газа, воды и аммиака все 20 аминокислот, встречающихся в составе белков. С постепенным ростом и развитием растений изменяется содержание аминокислот в тканях в результате расходования их на биохимические реакции. Недостаток аминокислот в растительных тканях может привести к различным заболеваниям и к гибели растений. Поэтому необходимо поддерживать необходимую и даже повышенную концентрацию аминокислот на этапе всхожести семян растений.

Авторами предложены отходы перлита после сорбционной очистки промышленных сточных вод от ионов меди (II) в качестве питательной смеси для растений на этапе всхожести семян. Изучено влияние данных отходов на содержание аспарагина и глутамина в семенах фасоли зерновой в процессе проращивания семян.

Содержание аспарагина и глутамина в вытяжке семян фасоли определено методом тонкослойной хроматографии на пластинках «сорбфил». Идентификация аминокислот проведена по коэффициентам подвижности R_f сравнением с R_f стандартных аминокислот («свидетелей») с известными концентрациями. Для расчета концентрации аминокислот на тонкослойных пластинках использована компьютерная программа «Rossling medical».

Перлит (SiO_2 65–75 %, Al_2O_3 10–16 %, K_2O до 5 %, Na_2O до 4 %, Fe_2O_3 – от долей до 3 %, MgO – от долей до 1 %, CaO до 2 %, H_2O 2–6 %) – природный минерал. В сельском хозяйстве используется для улучшения структуры почв, насыщения минералами тканей растений. Добывается в России.

Размер частиц полученного до и после сорбции перлита не изменился и составил в среднем от 7 до 80 мкм.

Авторами установлены условия, при которых наблюдалась максимальная сорбция ионов меди (II) частицами «модифицированного» перлита: pH 6,0–6,2; отношение массы вермикулита к объему раствора 1 г на 25 мл; время сорбции 5 минут, температура 20 °C.

Экспериментами установлено, что содержание аспарагина и глутамина при использовании вышеуказанных отходов увеличилось в 2–3 раза по сравнению с контрольным опытом.

Таким образом, модифицированный перлит можно использовать в качестве питательной смеси на этапе всхожести фасоли зерновой.

ПРОИЗВОДСТВО КОМПОСТОВ ИЗ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ДРУГИХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Лицкевич Анатолий Николаевич, заведующий лабораторией «Гидроэкологии и экотехнологий», Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Брест, *Litskevichanatoli@gmail.com*.

Гулькович Мария Васильевна, научный сотрудник, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Брест, *maria.gulkovich@gmail.com*.

Чирук Лариса Ивановна, младший научный сотрудник, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Брест, *Larisachiruk@mail.ru*.

Представлены результаты исследования состава осадков сточных вод перерабатывающих предприятий, подтверждающие их высокую удобрительную ценность. Приведены качественные характеристики нетоксичных и малотоксичных (не выше 4-го класса) отходов, которые могут быть использованы в качестве наполнителей при производстве компостов на основе осадков сточных вод.

Ключевые слова: отходы, осадки сточных вод, биотермическая обработка, компост, органическое удобрение

COMPOST PRODUCTION FROM SEWAGE SLUDGE AND OTHER INDUSTRIAL WASTES

Litskevich A. N., Gulkovich M. V., Chiruk L. I.

The results of the study of the composition of sewage sludge from processing plants are presented, which confirm their high fertilizing value. The qualitative characteristics of non-toxic and low-toxic (not higher than 4th class) waste, which can be used as fillers in the production of composts based on sewage sludge, are given.

Keywords: waste, sewage sludge, biothermal treatment, compost, organic fertilizer

В Беларуси в области обращения с отходами приоритет отдается вторичному использованию отходов по отношению к их обезвреживанию или захоронению, постоянно ведется контроль за недопущением захоронения вторичных материальных ресурсов. Однако отсутствие экономически обоснованных и экологически безопасных технологий по переработке отходов не позволяет в полной мере использовать содержащиеся в них ценные компоненты [1].

Биотермический способ получения органических удобрений на основе осадков сточных вод (ОСВ) предполагает использование наполнителей для улучшения физических свойств осадков. Добавляя к ОСВ некоторые нетоксичные и малотоксичные (не выше 4-го класса) отходы пищевой, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей и других отраслей промышленности, можно получить различные компостные смеси с агрохимическими показателями, отвечающими требованиям ГОСТ Р 54651-2011 к органическим удобрениям на основе осадков.

ОСВ – основной компонент компостной смеси. Анализ осадков перерабатывающих предприятий показал, что большинство образцов соответствует нормам, установленным к свойствам ОСВ при использовании их в качестве удобрений (таблица 1). Изученные образцы ОСВ имеют высокий уровень влажности (67,50–99,12 %). В сухом веществе ОСВ содержится (%): 61,25–97,0 органического вещества, 0,90–7,58 азота общего, 0,19–6,61 фосфора (P₂O₅), 0,33–8,34 калия (K₂O).

Качество ОСВ в отношении тяжелых металлов (ТМ) определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии по содержанию следующих элементов: кадмия, хрома, меди, цинка, никеля, свинца, кобальта и марганца (таблица 2). Содержание ТМ в осадках ниже разрешенного ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 для ОСВ при их использовании в качестве удобрений.

Для создания пористой структуры и необходимой влажности компостирование осадков следует осуществлять с наполнителями (таблица 3).

Таблица 1 – Агрохимические показатели ОСВ

ОСВ	Влажность, %	pH	Орг. в-во, %	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %
ОАО «Березовский сыродельный комбинат» (флотошлам)	86,12	6,2	79,70	4,15	1,86	2,49
ОАО «Березовский сыродельный комбинат» (избыточн. активный ил)	98,15	6,4	97,0	0,90	4,72	3,39
ОАО «Верхнедвинский маслосырзавод»	82,96	5,1	92,59	4,03	1,48	0,87
ОАО «Щучинский маслосырзавод»	85,46	5,7	77,05	2,11	2,75	0,91
ОАО «Поставский молочный завод» (избыточн. активный ил)	99,12	6,2	61,25	–	2,10	1,04
ОАО «Поставский молочный завод» (флотошлам)	95,92	6,6	79,70	–	1,50	1,05
ОАО «Пружанский молочный комбинат» (избыточн. активный ил)	95,09	5,45	90,04	7,58	1,33	1,20
ООО «Праймилк»	87,61	8,13	70,52	2,02	5,90	0,52
ОАО «Рогачевский МКК» (флотошлам)	–	6,5	–	1,09	0,19	0,76
ОАО «Пружанский молочный комбинат» (необезвожен. ОСВ после мезофильного сбраживания)	97,97	–	67,25	3,75	6,61	2,74
ОАО «Пружанский молочный комбинат» (обезвожен. ОСВ после мезофильного сбраживания)	82,59	–	75,23	3,98	5,88	0,33
СП «Санта Бремор» ООО (флотошлам)	67,50	6,65	63,30	4,36	0,88	8,84
Норма для ОСВ по ГОСТ Р 17.4.3.07-2001	–	5,5-8,5	–	≥ 0,6	≥ 1,5	–

Таблица 2 – Содержание ТМ в ОСВ

ОСВ	Концентрация элемента на абсолютно сухую массу, мг/кг							
	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Ni	Co	Cr
ОАО «Березовский сыродельный комбинат» (флотошлам)	5,77	0,035	38,87	1,21	36,2	6,03	0,85	7,52
ОАО «Березовский сыродельный комбинат» (избыточн. активный ил)	1,01	0,015	14,5	1,12	4,68	0,61	0,14	6,78
ОАО «Верхнедвинский маслосырзавод»	1,54	–	26,3	18,1	35,62	4,02	–	9,99
ОАО «Щучинский маслосырзавод»	0,76	0,03	31,4	3,79	13,49	1,57	0,28	10,68
ОАО «Поставский молочный завод» (избыточн. активный ил)	1,44	–	188,96	97,55	658,47	–	–	–
ОАО «Поставский молочный завод» (флотошлам)	–	–	53,04	60,51	50,89	–	–	–
ООО «Праймилк»	0,49	0,0	353	42,23	263,6	24,74	–	154,99
ОАО «Пружанский молочный комбинат» (необезвожен. ОСВ после мезофильного сбраживания)	12,38	0,0	289,53	34,12	170,9	7,41	–	37,13
ОАО «Пружанский молочный комбинат» (обезвожен. ОСВ после мезофильного сбраживания)	13,52	0,0	303,44	34,78	162,9	7,32	–	34,19
СП «Санта Бремор» ООО (флотошлам)	16,87	0,64	34,18	3,99	77,51	4,63	4,87	6,87
ПДК для осадков группы I по ГОСТ Р 17.4.3.07-2001	250	15	1750	750	–	200	–	500

Таблица 3 – Состав наполнителей для компостных смесей на основе ОСВ, %

Наполнитель	Ca	K	P	Mg	Na	N	Орг. в-во
Пивная дробина	0,30	0,17	0,66	0,19	0,30	–	–
Костра льняная	–	0,36	0,06	–	–	0,45	–
Дефекат	26-28	0,3-1,0	0,2-0,9	–	–	0,2-0,7	10-15
Костная мука	30	0,20	15-35	0,30	–	0,9-5,0	64,1
Кератинсодержащие отходы	16	0,29	17	0,27	–	13,7-18	50,0
Яичная скорлупа	37,2	0,08	0,12	0,55	–	–	–
Древесные отходы	0,085-0,48	0,016-0,27	–	–	–	0,1-0,3	98,3-99,8
Жом свекловичный	–	–	–	–	–	–	98,2-99,4

Компоненты органических удобрений на основе ОСВ. Пивная дробина представляет собой остатки ячменного сырья после выработки из него сусла. Сухая пивная дробина в 1 кг

содержит (г): Са – 3,0, К – 1,7, Р – 6,6, Mg – 1,9, Na – 3,0. Смешивание в определенном объемном соотношении ОСВ с пивной дробинкой с последующим аэробным компостированием смеси позволяет получить органическое удобрение с невысокой себестоимостью [5].

Древесные опилки обладают полезным свойством поглощать в больших количествах питательные вещества, что позволяет с успехом использовать их для приготовления компостов. Поскольку опилки содержат в себе много углерода, они отлично подходят для компостирования с богатыми азотом ОСВ. При компостировании опилок с ОСВ азот, выделяющийся при разложении этих материалов, поглощается опилками и его потери сокращаются [4].

Костра льняная – это древесная часть стеблей (тресты) льна, образующаяся как отход производства при механической обработке сырья на машинах. В костре льна содержится около 0,45 % азота, 0,06 % фосфора и 0,36 % калия. Она практически не инфицирована микроорганизмами и обладает высокой сорбционной способностью, обеспечивающей пролонгированное действие компостов, низкой плотностью, повышенным содержанием гумусообразующих веществ, отсутствием семян сорных растений и повышенной разогреваемостью в компостах.

Жом свекловичный – побочный продукт производства сахара из свеклы. Представляет собой обессахаренную свекловичную стружку серого цвета. Свежий свекловичный жом имеет влажность 92–95 %. В состав жома входят (% к общей массе): пектиновые вещества – 48–50, целлюлоза – 22–25, гемицеллюлоза – 21–23, азотистые вещества – 1,8–2,5, зола – 0,8–1,3, сахара – 0,15–0,20. Выход жома составляет 70–90 % от массы переработанной сахарной свеклы. В литературе описан способ получения компоста, включающий смешивание отходов в виде свекловичного жома с каньгой, внесение биоактиватора и аэробное компостирование [3].

Фильтрационный осадок (дефекат) представляет собой отход сахарного производства. Дефекат содержит (%) 60–75% углекислого кальция СаСО₃ (на сухое вещество), 10–15 органических веществ, 0,2–0,7 азота, 0,2–0,9 фосфора, 0,3–1,0 калия. В свежем дефекате содержится до 60 % влаги, но после подсушивания влажность падает до 20–30 %. Наличие в дефекате сахарных заводов углекислого кальция, биогенных элементов и органического вещества определяет целесообразность его использования в качестве удобрения и мелиоранта в сельском хозяйстве [2].

Отходы животного происхождения (отходы рогов, копыт, костей, пера и пуха) богаты макро- и микроэлементами и потому также могут служить добавкой к ОСВ при производстве органических удобрений.

Заключение. Совместная биотермическая переработка ОСВ с отходами пищевой, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей и других отраслей промышленности позволит получить недорогие экологически безопасные органические удобрения. Для эффективного использования компостов из ОСВ и других промышленных отходов необходимо всесторонне изучить их влияние на состав и свойства почв, почвенное плодородие, количество и качество растительной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by/>. – Дата доступа: 05.03.2018.
2. Славянский А. А. Отходы сахарного производства и их использование в сельском хозяйстве / А. А. Славянский, Л. В. Кирейчева, Л. Н. Пузанова // Сахар. – 2009. – № 10. – С. 48–49.
3. Способ получения компоста из отходов сахарного производства : пат. RU 2514401 / Е. П. Проценко, А. А. Проценко, А. Е. Кузнецов, Н. А. Клеева, Н. И. Тригуб, Ю. А. Сидорова, М. В. Маркова. – Оpubл. 27.04.2014.
4. Способ получения органоминерального удобрения из осадков сточных вод с помощью компостирования: пат. RU 2489414 / С. В. Давлетова, А. В. Карякин, В. И. Левин, Т. В. Хабарова. – Оpubл. 10.08.2013.
5. Способ приготовления органического удобрения из осадка сточных вод (варианты) : пат. RU 2299872 / Х. М. Тен, Г. Н. Ганин. – Оpubл. 27.05.2007.

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ БИОУДОБРЕНИЙ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

Ульянова Ольга Алексеевна, доктор биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», *Россия*, г. Красноярск, *korab4@mail.ru*

Речкин Иван Андреевич, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», *Россия*, г. Красноярск.

Коновалов Николай Сергеевич, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», *Россия*, г. Красноярск.

Бутенко Марина Сергеевна, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», *Россия*, г. Красноярск.

Показана возможность переработки крупнотоннажных отходов деревообработки (опилок) и сельского хозяйства (птичьего помета) методом вермикультуры в эффективное экологически безопасное биоудобрение, которое пополняет запасы азотсодержащих соединений в почве. Выявлено преобладание нитратной формы азота над аммонийной.

Ключевые слова: опилки, птичий помет, биоудобрение, агрочернозем, азотный режим почвы.

EFFECT OF BIOFERTILIZER INFLUENCE FROM INDUSTRIAL WASTES ON NITROGEN REGIME OF AGROCHERNOZEM

Ulyanova O. A., Rechkin I. A., Konovalov N. S., Butenko M. S.

The possibility of recycling large-tonnage wastes in wood processing (sawdust) and agriculture (poultry manure) into an effective environmentally safe biofertilizer by the method of vermiculture, with replenishment of nitrogen soil compounds stocks, was shown. The prevalence of nitrate form of nitrogen over ammonium was revealed.

Key words: sawdust, poultry manure, biofertilizer, agrochernozem, nitrogen regime.

Введение. В земледелии Красноярского края по сравнительным данным различных туров агрохимического обследования отмечается снижение в среднем на 1 % содержания гумуса в почвах. Следует отметить, что наибольшее понижение этого показателя наблюдается в крупных зернопроизводящих районах края. Гумусообразование поддерживается только органическим веществом пожнивных и корневых остатков, что недостаточно для обеспечения бездефицитного баланса гумуса. В сложившихся условиях необходимо увеличить объемы применения органических удобрений, используя все отходы и резервы органики. Крупнотоннажными отходами в регионе являются опилки и птичий помет. Преимуществом опилок является высокое количество органического вещества, а недостатком – низкий запас элементов питания, широкое отношение С : N. В качестве азот-, фосфор- и калийсодержащих добавок к опилкам может быть использован птичий помет, который является многотоннажным отходом местных птицефабрик. Удобрительную смесь опилок и птичьего помета переработали методом вермикультуры в биоудобрение. Цель работы – исследовать действие возрастающих доз биоудобрения на азотный режим агрочернозема.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в Берёзовском районе Красноярского края в полевом мелкоделяночном опыте по следующей схеме: 1) контроль (без удобрений); 2) биоудобрение, 3 т/га; 3) биоудобрение, 5 т/га. Удобрения вносили вручную весной перед посадкой картофеля. Учетная площадь делянки составила 10 м². Размещение делянок последовательное. Опыт провели в 4-кратной повторности. В качестве тестовой культуры для оценки эффективности действия биоудобрения использовали картофель сорта Гала. До закладки опытов и после уборки урожая растений отбирали почвенные образцы, в которых определяли агрохимические показатели по следующим методикам: легко- и трудногидролизуемый азот – по Корнфилду [1]; нитратный азот – дисульфифеноловым методом в модификации С. Л. Иодко и И. Н. Шаркова [5]; аммонийный азот – с реактивом Несслера [2]. Полученные результаты обработали статистически с использованием программных пакетов «Excel».

Результаты исследования и их обсуждение. Урожайность полевых культур зависит от комплекса природных и агротехнических факторов. Главными из них является обеспеченность растений элементами питания и прежде всего азотом [3]. В почве азот находится в виде органических и неорганических веществ. В естественных условиях почва как саморегулирующаяся система сохраняет сбалансированный биоцикл азота. Основным фактором улучшения азотного питания растений является применение удобрений. Как видно из таблицы, преобладающей формой на всех вариантах является трудногидролизуемый азот ($N_{тг}$).

Таблица – Статистические показатели влияния возрастающих доз биоудобрений на азотный режим агрочернозема при выращивании картофеля, мг/кг

Показатели		Варианты		
		Контроль (без/удобрений)	Биоудобрение, 3 т/га	Биоудобрение, 5 т/га
$N_{тг}$	$M \pm m$	$\frac{264,2 \pm 14,1}{306 \pm 16,1}$	$\frac{252 \pm 8,6}{285,2 \pm 17}$	$\frac{243,2 \pm 5,2}{294 \pm 10,3}$
	$C_v, \%$	$\frac{11}{9}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{4}{8}$
Нлг	$M \pm m$	$\frac{168 \pm 14,3}{185,5 \pm 4,5}$	$\frac{164,5 \pm 7,3}{183,7 \pm 10,1}$	$\frac{166,2 \pm 1,75}{178,5 \pm 10,5}$
	$C_v, \%$	$\frac{17}{5}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{2}{12}$
$N-NH_4$	$M \pm m$	$\frac{2,7 \pm 0,2}{1,8 \pm 0,2}$	$\frac{3,0 \pm 0,02}{2,0 \pm 0,2}$	$\frac{2,8 \pm 0,2}{2,2 \pm 0,3}$
	$C_v, \%$	$\frac{18}{26}$	$\frac{2}{23}$	$\frac{16}{25}$
$N-NO_3$	$M \pm m$	$\frac{11,9 \pm 0,1}{10,9 \pm 0,9}$	$\frac{14,7 \pm 0,7}{11,2 \pm 0,8}$	$\frac{15,0 \pm 0,7}{11,3 \pm 1,5}$
	$C_v, \%$	$\frac{1}{17}$	$\frac{9}{15}$	$\frac{9}{26}$

Примечание: М – среднее значение показателя, m – ошибка среднего значения, C_v – коэффициент вариации, верхняя строка – определение показателя весной, нижняя строка – осенью.

Количество трудногидролизуемого азота возросло в почве к осени независимо от варианта, при этом наибольший прирост $N_{тг}$ наблюдали в варианте с применением 5 т/га биоудобрения при низком коэффициенте варьирования показателя, так как, будучи органическим материалом, оно пополняет на 51 мг/кг в почве запасы азотосодержащих соединений. В то же время внесение биоудобрений приводит к усилению минерализационных процессов и небольшому снижению этого показателя к контролю в удобренных вариантах весной и осенью.

Легкогидролизуемый азот является ближайшим резервом подвижных форм, так как его минерализация осуществляется до образования аммонийного и нитратного азота. Как видим из таблицы, происходило снижение этой фракции, как весной, так и осенью, в удобренных вариантах, свидетельствующее о трансформации его в аммонийную и нитратную форму азота, коэффициенты вариации при этом были низкие.

Применение биоудобрений определяет ход динамических изменений минерального азота в течение вегетационного сезона выращивания картофеля. Следует отметить очень низкую обеспеченность аммонийным азотом во всех вариантах опыта и на протяжении всей вегетации. В то же время при внесении биоудобрений в почву наблюдали тенденцию повышения показателя, но он оставался в пределах того же класса обеспеченности. Это обусловлено, с одной стороны, большим использованием этой формы азота при формировании урожайности картофеля. Известно [6], что картофель, имеющий в своем составе большой запас углеводов, использует поступающий аммонийный азот для синтеза аминокислот без ограничений. С другой стороны, на поглощение картофелем аммонийного азота оказывает влияние и обеспеченность сопутствующими элементами питания.

Оценивая содержание минерального азота в почве за период выращивания картофеля отметим, что преобладающей формой являлась нитратная, которая образуется в процессе нитрификации аммонийного азота. Согласно грациям [4], почва контрольного варианта весной характеризовалась низкой обеспеченностью нитратным азотом. При возрастающих

дозах биоудобрения в почве отметили тенденцию повышения этого показателя, но обеспеченность им осталась в пределах того же класса. После уборки картофеля отметили тенденцию снижения количества нитратного азота в почве во всех вариантах опыта, но его количество осталось в пределах того же класса обеспеченности.

Выводы

1. Азотный режим агрочернозема формировался под влиянием внесенных биоудобрений, которые способствовали усилению трансформации органических форм в минеральные.
2. Применение биоудобрений изменило ход динамической трансформации минерального азота в течение вегетационного сезона выращивания картофеля. Очень низкая обеспеченность аммонийным азотом агрочернозема за весь период вегетации обусловлена большим использованием этой формы азота при формировании урожайности картофеля. Выявлено преобладание нитратной формы азота над аммонийной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975. – 656 с.
2. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 478 с.
3. Гамзиков Г. П. Агрохимия азота в агроценозах / Г. П. Гамзиков // Рос. акад. с.-х. наук : Сиб. отд. – Новосибирский ГОС. аграр. ун-т., 2013. – 790 с.
4. Гамзиков Г. П. Практические рекомендации по почвенной диагностике азотного питания полевых культур и применению азотных удобрений в сибирском земледелии: производственно-практ. изд. / Г. П. Гамзиков. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 48 с.
5. Иодко С. Л. Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве / С. Л. Иодко, И. Н. Шарков // Агрохимия. – 1994. – № 4. – С. 95–97.
6. Ягодин Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко / Под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Колос, 2002. – 584 с.

УДК 631.452:634.8.07:631.95

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОСТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СУПРЕССИВНОСТИ ПОЧВЫ ВИНОГРАДНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Воробьева Татьяна Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия». *Россия, г. Краснодар, toksikolog@mail.ru*

Белков Алексей Сергеевич, аспирант, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия». *Россия, г. Краснодар, belkov_aleksei86@mail.ru*

Обогащение деградируемой почвы виноградных насаждений компостом из органических веществ отходов виноделия в комплексе с препаратом «гумат калия» повышает супрессивность почвы по физико-химическим показателям, активизирует биохимические процессы детоксицирующие остатки препаратов, длительно сохраняющихся в почве обрабатываемых ими виноградников.

Ключевые слова: виноградник, почва, компост, отходы виноделия, гумат калия, супрессивность почвы, токсичные остатки.

THE USE OF WASTE WINEMAKING IN VITICULTURE

Vorob'eva T. N., Belkov A. S.

Enrichment of degraded soils of vineyards with compost from organic material waste winemaking convertible added microorganisms allows: to increase the productivity of plants, productivity and nutritional value of grapes.

Key words: vineyard, soil, compost, wine waste, potassium HUMATE, soil suppression, toxic residues.

Введение. Загрязненность токсичными химикатами почвы виноградных насаждений, ежегодно обрабатываемых пестицидами против поражающих растение вредных объектов,

препятствует сохранению ее супрессивности, обеспечивающую очищение от фитопатогенов и других вредных организмов [1, 6]. Снижению супрессивных свойств почвы способствует также ее деструктуризация, вызванная многочисленными механизированными обработками, характерными для многолетних насаждений. Возрастающий процесс деградации почвы виноградников диктует необходимость интенсивного перехода к использованию безвредных органических обогатителей, повышающих ее супрессивность, активизирующих процесс разложения загрязнителей почвы до безопасных уровней [2, 5, 7].

Наиболее эффективно применение сложного компоста из растительных остатков, отходов винного пресса в комплексе с гуминовым удобрением (препаратом гумат калия) [3]. Применение сложного компоста, состоящего из двух компонентов и улучшающего физико-химические и биологические показатели супрессивности почвы, послужило целью настоящих исследований.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований: виноградные насаждения, почва, компост (отходы виноделия, препарат «гумат калия»), агротехнология содержания почвы междурядий виноградников. Приготовление и применение компоста проводилось в условиях лабораторно-полевого опыта на винограднике сорта Первенец Магарача специализированного хозяйства (3-е отделение АО Агрофирма «Южная») на площади 1,5 га (вариант 1 – контроль, вариант 2 – внесение компоста) [4]. Токсичные остатки в пробах почвы определяли по общепринятым методикам [8] с использованием хроматографов, газового «Цвет 500М» с модулем управления «Хромос ИРМ-10» (ООО «Хромос», Россия) и жидкостного «KNAUER» (Германия) укомплектованного блоком управления Smartline Manager 5000.

Физико-химический и механический состав почвы определялся согласно «Практикуму по Почвоведению»; рН водной суспензии по ГОСТ 26423-85, нитратный азот дисульфифеноловым методом, подвижный фосфор (P_2O_5) и калий (K_2O) – по Мачигину, ГОСТ 26205-91, содержание гумуса по ГОСТ 26213-91; определение нитратов ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86). Используемые приборы и оборудование – атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-АФА», колориметр фотоэлектрический КФК-2, рефрактометр RL3, электронные весы HL-300 WP.

Для обработки экспериментального материала использовали программы Microsoft Excel 2016; Statistica 6.0 for Windows.

Обсуждение результатов. Одной из основных причин падения уровня биологической активности почвы является снижение ее супрессивности, то есть свойств, обусловленных совокупным действием биологических, физико-химических и агрохимических характеристик почвы подавлять фитопатогены и другие вредные организмы. Практически значимая биопродуктивность здоровой почвы агроценозов, наряду с плодородием, определяется ее экологической устойчивостью, проявляющейся как саморегулируемая и самоочищающаяся способность почвы к вредным для биогеоценоза различного рода стресс-факторам. Экологическая устойчивость почвы обеспечивает ее безвредность для почвенной биоты, экологичность биопродукции, незагрязненность объектов окружающей среды и т. д. [9].

Супрессивность почвы в агроценозе многолетних культур снижают химические и механические стрессоры – средства химической защиты растений, механизированные обработки. Супрессивность почвы в агроценозе увеличивают органическое вещество, пожнивные остатки, сидеральные культуры, внесение компостов. Компост – это добавка в почву, получаемая из различных разложившихся органических материалов. Внесение компоста, обогащающего почву органическим веществом, разнообразием почвенных микроорганизмов, влагоемкостью, повышает пористость почвы увеличивает и ее супрессивные свойства.

При проведении агротехнических приемов при содержании почвы виноградников использовался компост из отходов виноградовинодельческого производства (выжимки) в комплексе с препаратом «гумат калия». В грунте специально отведенного места готовилась компостная яма [2], заполняемая послойно выжимкой отходов виноделия; почвой, обогащенной раствором «гумата калия»; растительными остатками, при необходимости измельченными. Все утрамбовывалось, закрывалось полиэтиленовой пленкой, поверх пленки наносился слой почвы. Далее необходимо придерживаться определенного режима (25–30 °С, влажность до 60 %), что позволяет убить патогенную микрофлору. В зависимости от погодных условий и физико-химического состава почвы нормы внесения компоста составляют от 1 до 5 т на 0,4 га.

Химический анализ используемых отходов виноделия показал обеспеченность его элементами питания: азотом, фосфором и калием, необходимыми для почвенной биоты. Показатели органического вещества гумифицированных остатков в пересчете зольности составили 71 % (таблица 1)

Таблица 1 – Анализ выжимок из отходов виноделия (АО агрофирма «Южная» 3-е отделение), лабораторно-полевой опыт

Показатели	Концентрация анализируемых элементов питания
рН водной вытяжки (ед. рН)	7,8 ± 0,04
Азот общий на исх. влажность (%)	4,4 ± 0,05
Общий фосфор на исх. влажность (%)	0,51 ± 0,010
Общий калий на исх. влажность (%)	1,53 ± 0,033
Зольность (%)	31

После 2-разового внесения компоста в междурядья виноградника опытного участка улучшились супрессивные свойства почвы (таблица 2). Увеличилось содержание органического вещества на 0,3 %, подвижных форм фосфора на 16,0 мг/кг, общего азота на 0,05 %, подвижного калия на 20 мг/кг, увеличилась сумма поглощенных оснований на 15 %, улучшился на 0,7 % гранулометрический состав почвы.

Повышение супрессивных свойств почвы ускорило процесс детоксикации химикатов, загрязняющих почву, которая обеспечивается природными физиологически активными соединениями, в нашем случае это отходы виноделия и гуминовые кислоты гумата калия (таблица 3).

Таблица 2 – Показатели супрессивности почвы до и после внесения компоста

Показатели	Компост не вносился (вариант 1)	Внесение компоста (вариант 2)
рН водной вытяжки	7,6 ± 0,03	7,6 ± 0,03
Сумма поглощенных оснований, ммоль/100 г	26,3 ± 0,40	27,8 ± 0,68
Органическое в-во (%)	3,3 ± 0,24	3,6 ± 0,17
Общий азот (%)	0,09 ± 0,01	0,14 ± 0,013
Аммонийный азот (мг/кг)	12,0 ± 0,69	14,2 ± 0,48
Нитратный азот (мг/кг)	32,1 ± 0,54	36,1 ± 0,82
Подвижный фосфор (P ₂ O ₅) (мг/кг)	250 ± 1,44	266 ± 1,28
Подвижный калий (K ₂ O) (мг/кг)	230 ± 1,26	250 ± 0,76
Гранулометрический состав почвы, фракция <0,01 мм, (%)	27,8 ± 0,69	26,9 ± 0,35

Таблица 3 – Детоксикация пестицидов в почве, обогащенной компостом, P=0,95

Вариант	Содержание пестицидов в почве, мг/кг							
	Исходное				После 2-разового внесения			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	0,54	0,33	0,15	0,60	0,59	0,39	0,19	0,65
2	0,49	0,43	0,17	0,58	0,19	0,09	0,12	0,38
ПДК	0,1	0,02	0,1	0,1-0,4	0,1	0,02	0,1	0,1-0,4
Примечание. Группы определяемых пестицидов: 1 – хлорсодержащие, 2 – фосфорсодержащие, 3 – дитиокарбаматы, 4 – триазолы. ПДК – предельно допустимое количество								

Обогащение почвы приготовленным сложным компостом, обеспечившего жизнедеятельность полезных микроорганизмов, повышает ее супрессивность, ускоряет процесс частичной деградации основных загрязнителей почвы виноградных насаждений.

Заключение. Предлагаемый способ внесения в почву виноградников сложного компоста из отходов виноделия в комплексе с гуминовыми кислотами повышает ее супрессивность и активизирует деградацию токсичных остатков основных загрязнителей почвы, приближая их концентрацию к безопасному уровню.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белков А. С. Санация деградирующей почвы виноградных насаждений / А. С. Белков // Субтропическое и декоративное садоводство. – № 65. – 2018. – С. 174–180.

2. Воробьева Т. Н. Использование отходов виноделия в виноградарстве / Т. Н. Воробьева, А. С. Белков // Междунар. науч. экол. конф. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С. 71–74.
3. Патент № 2661842, регистрация 19.07.2018г Содержание почвы виноградников / Т. Н. Воробьева, Н. М. Агеева, А. В. Прах, А. С. Белков
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М. : Агропром издат, 1985. – 351 с.
5. Егоров Е.А. Повышение биогенности почвы виноградников применением отходов виноделия / Е. А. Егоров, Т. Н. Воробьева, Ю. А. Ветер // Вестник АПК Ставрополья. – № 2 (18). – 2015. – С. 171–174.
6. Karadimos D. A. Biological activity and physical modes of action of Qo inhibitor fungicides trifloxystrobin and pyraclostrobin against *Cercospora beticola* / D. A. Karadimos, G. S. Karaoglanidis, K. Tzavella-Klonari // CropProt. – 24 : 23–29. – 2005.
7. Komarek M. Contamination of vineyard soils with fungicides / M. Komarek, E. Cadkova, V. Chrastny, F. Bordas, J-C. Bollinger // A review of environmental and toxicological aspects. Environment International. – 36; 138 – 151. – 2010.
8. Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды : Сборник. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 115 с.
9. Chen S. K. A microcosm approach to assess the effects of fungicides on soil ecological processes and plant growth: comparisons of two soil types / S. K. Chen, C. A. Edwards // Soil Biol. Biochem, 33 : 1981–1991. – 2001.

УДК 631.879.42:631.445.4]:633.15(470.620)

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ АГРАРНОГО ЛАНДШАФТА

Антоненко Дарья Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

Гукалов Виктор Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Северо-Кубанская сельскохозяйственная опытная станция Краснодарского научно-исследовательского института сельского хозяйства имени П. П. Лукьяненко», *Россия*, Краснодарский край, ст. Ленинградская, 9, leningrd@mo.krasnodar.ru

Никифорова Юлия Юрьевна, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

Петрик Галина Федоровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», *Россия*, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

В данной статье приводятся результаты полевых исследований по изучению использования сложного компоста в технологии выращивания кукурузы. В условиях агроландшафта применена новая форма подготовки органоминерального удобрения – создание сложного компоста на основе сельскохозяйственных (полуперепревший навоз крупного рогатого скота, растительные остатки и т. д.) и промышленных (фосфогипс, отходы производства калийных удобрений, мел и т. д.) отходов, что имеет важное практическое значение. Изучены возможности создания и использования сложного компоста как альтернативной технологии земледелия. Проведена оценка влияния сложного компоста на физические, химические и биологические свойства почвы. Изучены особенности роста, развития и продуктивности кукурузы при использовании сложного компоста. Установлена эффективность использования сложного компоста для оптимизации экологических параметров почвы и охраны окружающей среды в целом.

Ключевые слова: аграрный ландшафт, черноземные почвы, почвенное плодородие, вторичное использование отходов, сельскохозяйственные отходы, отходы промышленности, компостирование, сложный компост, кукуруза, фосфогипс.

REUSE OF WASTE FOR GROWING CORN IN THE CONDITIONS OF THE AGRICULTURAL LANDSCAPE

Antonenko D. A., Gukalov V. V., Nikiforenko Yu. Yu., Petrik G. F.

This article presents the results of field studies on the use of complex compost in the technology of growing corn. In the conditions of the agricultural landscape, a new form of preparation of organo - mineral fertilizer is used - the creation of complex compost on the basis of agricultural (semi-rotted manure of cattle, plant residues, etc.) and industrial (phosphogypsum, waste from the production of potash fertilizers, chalk, etc.) waste, which is of great practical importance. The possibilities of creating and using complex compost as an alternative technology of agriculture are studied. The influence of complex compost on the physical, chemical and biological properties of the soil is evaluated. The features of growth, development and productivity of corn using complex compost are studied. The efficiency of the use of complex compost to optimize the environmental parameters of the soil and environmental protection in general.

Key words: agricultural landscape, chernozem soils, soil fertility, secondary use of waste, agricultural waste, industrial waste, composting, complex compost, corn, phosphogypsum.

Основная территория степной зоны Краснодарского края занята посевами сельхозкультур, возделывание которых определяет применение мощной техники, внесение высоких доз минеральных удобрений, химических средств защиты и т. д. В связи с этим почвенный покров претерпел большие изменения: ухудшение структуры пахотного слоя, повышение плотности, снижение запасов гумуса и питательных веществ в почве, развитие эрозионных процессов, изменением кислотности почвы и т. д. Все эти негативные процессы снижают плодородие почвы и урожай – сельскохозяйственных культур.

Кукуруза является одной из главных культур, выращиваемых в Краснодарском крае как для получения зерна, так и на корм скоту. Для получения высокого урожая кукурузы нами предлагается использовать органоминеральные удобрения, положительно влияющие на свойства почвы, ее водный и воздушный режимы, жизнедеятельность почвенной флоры и фауны. Перспективным направлением технологии выращивания кукурузы на черноземных почвах является использование компостов, включающих отходы животноводства, растениеводства и промышленности [3, 4, 6].

Необходимость создания отходоперерабатывающей индустрии, решения проблем складирования отходов, приостановления деградации почвенного покрова и восстановления его экологических функций на сегодняшний день весьма актуальным. В связи с этим разработка альтернативных технологий выращивания сельскохозяйственных культур в крае является весьма перспективной. Нами предлагается создание и применение высокоэффективных компостов с использованием различных отходов, что, с одной стороны, решает вопросы сохранения почвенного плодородия, с другой – проблему утилизации многотоннажных отходов в Краснодарском крае.

В последние годы популярность приобрело приготовление различных компостов из отходов промышленности, сельского хозяйства, быта и дальнейшее их использование для мелиорации и восстановления экологических функций почвенного покрова. В настоящее время разработаны и предложены различные методы сложного компостирования отходов с использованием разнообразных добавок; микроорганизмов, способствующих ускорению созревания компостов; конструкций для улучшения массообмена, поддержания определенной температуры и влажности, подачи кислорода, углекислого газа и т. д. Многие из них основаны на применении мощных технологических приемов и схем компостирования, что значительно увеличивает стоимость сложного компоста и затраты энергетических ресурсов. Поэтому очень важным является упрощение и сокращение процесса получения сложного компоста, повышение его эффективности в качестве мелиоранта сельскохозяйственных земель, а также снижение трудозатрат и энергоемкости [7, 9, 12].

Материалы и методы исследований. Полевой опыт включал три варианта исследований в четырехкратной повторности (12 делянок). Форма делянок удлиненная, а их размеще-

ние случайное. Площадь делянки 5000 м^2 ($50 * 100 \text{ м}$), общая площадь полевого опыта составила $5000 \text{ м}^2 * 12 = 60000 \text{ м}^2 = 6,0 \text{ га}$. Полевой опыт проводили по следующим вариантам:

- 1) контроль (только минеральные удобрения $\text{N}_{60}/\text{га} - \text{N}_{30}/\text{делянку}$);
- 2) полуперепревший навоз КРС $50 \text{ т}/\text{га}$ ($25 \text{ т}/\text{делянку}$) + $\text{N}_{60}/\text{га}$ ($\text{N}_{30}/\text{дел.}$);
- 3) сложный компост $65 \text{ т}/\text{га}$ ($32,5 \text{ т}/\text{делянку}$), составленный (т/дел.) из полуперепревшего навоза КРС (25), фосфогипса (3,5) и растительных остатков (4), включавшими счёт кормовых отходов с фермы и после очистки семян, отходы с площадок хранения зерна и сахарной свеклы, послеуборочные остатки подсолнечника, сахарной свеклы, древесные опилки в соотношении $7,0:1,5:1,0 + \text{N}_{60}/\text{га}$ ($\text{N}_{30}/\text{делянку}$).

Летом по предшественнику озимая пшеница под дискование на глубину 12–15 см вносили полуперепревший навоз КРС в дозе $50 \text{ т}/\text{га}$ ($25 \text{ т}/\text{дел.}$) и сложный компост в дозе $65 \text{ т}/\text{га}$ ($32,5 \text{ т}/\text{делянку}$). Полуперепревший навоз КРС и сложный компост вносили один раз в 5 лет. Весной провели предпосевную культивацию с внесением аммиачной селитры в дозе $150 \text{ кг}/\text{га}$ ($75 \text{ кг}/\text{делянку}$) и посев кукурузы на зерно гибрида Жюксен. В фазу 7–9 листьев осуществляли подкормку опрыскиванием мочевины в дозе $12 \text{ кг}/\text{га}$ ($6 \text{ кг}/\text{дел.}$). Чередование культур в полевым опыте в годы исследований проходило следующим образом: кукуруза (2008 г.) – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза – озимая пшеница – кукуруза. Остальные этапы агротехнологии выращивания каждой из культур выполнялись одинаково во всех вариантах полевого опыта. При выращивании сахарной свеклы участки вспахивали на глубину 25–30 см и внесли минеральные удобрения в дозе $\text{N}_{160}\text{P}_{50}\text{K}_{40}$ ($\text{N}_{80}\text{P}_{25}\text{K}_{20}/\text{делянку}$); при выращивании озимой пшеницы минеральные удобрения вносили в дозе $\text{N}_{130}\text{P}_{50}\text{K}_{40}$ ($\text{N}_{65}\text{P}_{25}\text{K}_{20}$).

Результаты исследований. В почвах всех агроландшафтов Кубани, используемых длительное время, активно развиваются деградационные процессы: обесструктурирование, дегумификация, переуплотнение, слитизация корнеобитаемого слоя, ухудшение водного, воздушного и пищевого режимов, что затрудняет развитие корневой системы растений. Это ведет к нестабильности производства и снижению продуктивности агроценозов и качества продукции.

Плотность сложения почвы во всех вариантах опыта находилась в пределах благоприятных условий для развития кукурузы (1,21–1,23). Наилучшие и статистически достоверные значения свойственны для варианта с внесением сложного компоста – от 1,12 до 1,17 г/см³. Например, уже в первый год исследования плотность почвы на контроле была заметно выше, чем в варианте с внесением сложного компоста. Аналогичная ситуация отмечена и в последующие годы – снижение плотности почвы на участке с внесением сложного компоста на второй год исследований составило 4,3, третий – 4,0, четвертый – 5,0 % по сравнению с контролем. Общая пористость почвы с внесением сложного компоста соответственно увеличилась (таблица 1).

Внедрение новой технологии оказывает заметное влияние на некоторые водно-физические свойства почвы [1, 13]. В полевым опыте уже в первый год после применения сложного компоста содержание продуктивной влаги увеличилось на 10,5 %, в следующие годы повышение влажности по сравнению с контролем варьировало от 12,7 до 17,7 %. Разуплотнение пахотного слоя почвы с использованием сложного компоста повлияло на увеличение полной влагоемкости, то есть на способность почвы накапливать и сохранять влагу. Так, в контрольном варианте с внесением полуперепревшего навоза КРС данный показатель в среднем по годам составил $42,71 \pm 2,21$ и $43,87 \pm 2,22$ соответственно, тогда как со сложным компостом – $46,81 \pm 2,25$ % (таблица 2).

Полевые испытания показали, что на контрольных участках опыта осенью в первый год исследований общий азот варьировал в пределах от $0,22 \pm 0,01$ до $0,38 \pm 0,01$ %. На опытном участке содержание общего азота по сравнению с контролем возросло и составило от $0,33 \pm 0,01$ до $0,45 \pm 0,01$ %. При внесении сложного компоста происходит консервация азота в аммонийной форме, снижаются его потери, вызываемые денитрификацией и вымыванием нитратов. Выявлено увеличение содержания подвижного фосфора в опытном варианте в среднем на 15–20 % по сравнению с контрольными участками (таблица 3). Отмечено повышение со-

держания кальция в среднем по годам на 0,14 и серы на 0,43 % в верхнем слое почвы, что обусловлено поступлением данных элементов со сложным компостом, включающим фосфогипс.

Таблица 1 – Плотность сложения и общая пористость чернозема обыкновенного, полевой опыт

Год	Вариант	Культура	Плотность, г/см ³	Плотность твердой фазы, почвы, г/см	Общая пористость, %
1-й	Контроль	Кукуруза	1,29 ± 0,04	2,42 ± 0,02	46,69 ± 0,35
	Полуперепревший навоз КРС		1,16 ± 0,03	2,43 ± 0,02	52,26 ± 0,36
	Сложный компост		1,13 ± 0,03	2,44 ± 0,02	53,69 ± 0,37
2-й	Контроль	Озимая пшеница	1,27 ± 0,04	2,40 ± 0,02	47,08 ± 0,35
	Полуперепревший навоз КРС		1,16 ± 0,03	2,42 ± 0,02	52,07 ± 0,36
	Сложный компост		1,12 ± 0,04	2,45 ± 0,02	54,29 ± 0,37
3-й	Контроль	Сахарная свекла	1,23 ± 0,04	2,41 ± 0,02	48,96 ± 0,34
	Полуперепревший навоз КРС		1,20 ± 0,03	2,43 ± 0,02	50,62 ± 0,35
	Сложный компост		1,15 ± 0,03	2,39 ± 0,02	51,88 ± 0,35
4-й	Контроль	Кукуруза	1,26 ± 0,04	2,46 ± 0,02	48,78 ± 0,35
	Полуперепревший навоз КРС		1,19 ± 0,04	2,43 ± 0,02	51,03 ± 0,35
	Сложный компост		1,17 ± 0,04	2,45 ± 0,02	52,24 ± 0,36
5-й	Контроль	Озимая пшеница	1,26 ± 0,03	2,40 ± 0,02	47,50 ± 0,35
	Полуперепревший навоз КРС		1,15 ± 0,03	2,41 ± 0,02	52,28 ± 0,36
	Сложный компост		1,12 ± 0,01	2,44 ± 0,02	54,10 ± 0,37
6-й	Контроль	Кукуруза	1,24 ± 0,01	2,38 ± 0,02	47,90 ± 0,35
	Полуперепревший навоз КРС		1,20 ± 0,01	2,40 ± 0,02	50,00 ± 0,36
	Сложный компост		1,15 ± 0,01	2,43 ± 0,02	52,67 ± 0,35

Таблица 2 – Полевая влажность, полная влагоемкость и пористость аэрации чернозема обыкновенного, полевой опыт

Год	Вариант	Культура	Полевая влажность, %	Полная влагоемкость, %
1-й	Контроль	Кукуруза	24,25 ± 1,22	36,20 ± 2,21
	Полуперепревший навоз КРС		23,87 ± 1,21	45,05 ± 2,24
	Сложный компост		26,81 ± 1,24	47,51 ± 2,26
2-й	Контроль	Озимая пшеница	20,58 ± 1,20	37,07 ± 2,22
	Полуперепревший навоз КРС		21,87 ± 1,21	44,88 ± 2,23
	Сложный компост		23,31 ± 1,21	48,47 ± 2,27
3-й	Контроль	Сахарная свекла	21,47 ± 1,21	39,81 ± 2,19
	Полуперепревший навоз КРС		21,89 ± 1,21	42,18 ± 2,21
	Сложный компост		24,60 ± 1,22	45,12 ± 2,24
4-й	Контроль	Кукуруза	23,11 ± 1,21	38,71 ± 2,21
	Полуперепревший навоз КРС		24,62 ± 1,22	42,88 ± 2,21
	Сложный компост		27,90 ± 1,28	44,65 ± 2,23
5-й	Контроль	Озимая пшеница	24,32 ± 1,22	37,70 ± 2,23
	Полуперепревший навоз КРС		25,82 ± 1,28	45,46 ± 2,24
	Сложный компост		28,61 ± 1,30	48,30 ± 2,27
6-й	Контроль	Кукуруза	21,17 ± 1,20	38,53 ± 2,30
	Полуперепревший навоз КРС		22,91 ± 1,22	41,67 ± 2,30
	Сложный компост		23,50 ± 1,47	45,80 ± 2,24

Уровень pH водной вытяжки по вариантам опыта колеблется от 7,09 до 8,12. Применение сложного компоста способствовало изменению реакции ее среды в сторону снижения pH. На участках, где вносили сложный компост, как в год использования, так и в последующие годы, наблюдалось варьирование показателей pH от 7,09 ± 0,11 до 7,52 ± 0,12. На контроле данный показатель выше и колебался от 7,90 ± 0,12 до 8,12 ± 0,17 (таблица 3). Содержание общего азота заметно увеличилось в 1-й и 2-й годы, что связано со снижением интенсивности процессов денитрификации и нитрификации и сохранением биологического азота. Способность фосфогипса в составе сложного компоста агрегировать органические вещества и

мелкодисперсные частицы глины, частично фиксируя аммоний, сказывается на динамике азота в пахотном слое почвы. Количество органического вещества во все годы исследований превышало этот показатель в контрольном варианте на 0,4–0,5 %, что можно объяснить снижением минерализации и его экономным расходом в течение всего периода исследований [2, 15].

Таблица 3 – Агрохимические свойства чернозема обыкновенного, полевой опыт

Год исследования	Вариант	Гумус, %	N _{общ.} , %	P ₂ O ₅ , мг/кг	pH
1-й	Контроль	3,78 ± 0,08	0,22 ± 0,01	25,50 ± 0,54	8,12 ± 0,17
	Сложный компост	4,10 ± 0,10	0,34 ± 0,01	43,50 ± 1,15	7,42 ± 0,18
2-й	Контроль	4,07 ± 0,11	0,35 ± 0,01	30,90 ± 1,30	7,90 ± 0,12
	Сложный компост	4,45 ± 0,11	0,41 ± 0,01	53,00 ± 1,77	7,09 ± 0,11
3-й	Контроль	3,54 ± 0,08	0,33 ± 0,01	30,28 ± 0,79	8,06 ± 0,15
	Сложный компост	4,03 ± 0,09	0,39 ± 0,01	44,91 ± 0,98	7,22 ± 0,14
4-й	Контроль	3,85 ± 0,07	0,38 ± 0,01	29,69 ± 1,12	8,07 ± 0,14
	Сложный компост	4,24 ± 0,06	0,43 ± 0,01	50,43 ± 1,56	7,33 ± 0,12
5-й	Контроль	3,79 ± 0,05	0,37 ± 0,01	32,11 ± 1,20	8,10 ± 0,13
	Сложный компост	4,12 ± 0,06	0,41 ± 0,01	49,57 ± 1,45	7,26 ± 0,11
6-й	Контроль	3,48 ± 0,05	0,31 ± 0,01	26,42 ± 1,29	8,31 ± 0,15
	Сложный компост	4,00 ± 0,06	0,39 ± 0,01	45,32 ± 1,47	7,32 ± 0,14

Сложный компост заметно влияет на трансформацию органического вещества и процессы нитрификации в почве, что положительно сказывается на сообществе мезофауны корнеобитаемого слоя в посевах кукурузы (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние сложного компоста на таксономический состав почвенной мезофауны (экз/м²), полевой опыт

Мезофауна	Вариант		
	Контроль	Полуперепревший навоз КРС	Сложный компост
Отряд <i>Coleoptera</i> (жесткокрылые)	25,0	83,0	225,0
Отряд <i>Diptera</i> (двукрылые)	12,5	13,0	5,0
Класс <i>Olygochaeta</i> (дождевые черви)	37,5	116,0	200,0
Класс <i>Muriapoda</i> (многоножки)	4,0	5,0	12,5
Подкласс <i>Pterygota</i> (крылатые)	112,5	121,0	162,5
Всего	191,5	338,0	650,0

Отмечено, что при внесении в почву сложного компоста происходит увеличение численности представителей таких семейств, как *Julidae* (кивсяки), *Lumbricomorpha* (дождевые черви) и *Enchytraeidae* (энхитреиды) (рисунок 1).

Представители семейства *Julidae* (Кивсяки) в основном отмечались в варианте с внесением сложного компоста – 28,6 ± 5,3 экз/м², тогда как в варианте с полуперепревшим навозом КРС данный показатель составил всего 10,2 ± 2,7, а при использовании только азотных удобрений – 6,8 ± 1,8 экз/м² (рисунок 1). Это может быть связано с особенностями сложного компоста, который содержит в своем составе свыше 20 % кальция, а также серы, оказывающих влияние на химический состав среды в верхнем слое почвы. Использование фосфогипса способствует увеличению в почве содержания обменного кальция, а также влагоемкости почвы [10, 14]. Эти данные подтверждают, что именно кивсяки являются наиболее кальцефильной группой среди диплопод.

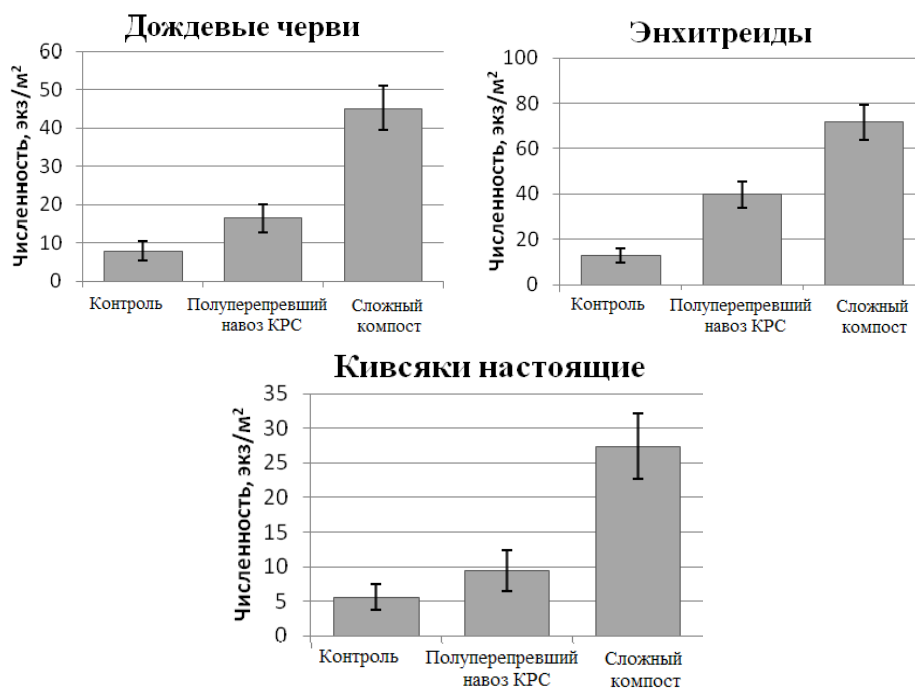


Рисунок 1 – Количественный состав основных групп почвенных беспозвоночных в полевом опыте в посевах кукурузы, полевой опыт (2008 г.)

Дождевые черви (*Lumbricidae*) и энхитреиды (*Enchytraeidae*) достаточно обильны также на участке с использованием сложного компоста в смеси с минеральными удобрениями. Численность энхитреид на участке внесения сложного компоста достигала $84,6 \pm 8,6$ экз/м², тогда как на контроле (минеральные удобрения) всего $15,2 \pm 3,8$ (рисунок 1). Полученные результаты обусловлены способностью сложного компоста усиливать ферментативную активность почвы и активировать разложение свежего органического материала, что делает его более доступным для потребления беспозвоночными. Внесение в почву полуперепревшего навоза КРС, а также сложного компоста способствует сохранению и экономному расходованию органического вещества, содержание которого на данном участке за период исследований увеличилось. Поскольку фосфогипс в значительном количестве содержит кальций (свыше 20%), то его использование приводит к увеличению концентрации этого элемента в почве и обуславливает прочность ее структурных агрегатов [5, 8, 11].

Отмечено снижение уровня pH субстрата – от слабощелочной (7,5) до нейтральной (6,9) реакции, что связано с подкисляющим воздействием фосфогипса на щелочную реакцию чернозема обыкновенного.

Изучение влияния сложного компоста на основе полуперепревшего навоза КРС, фосфогипса и растительных остатков на развитие кукурузы и её продуктивность показало, что изучаемые нами параметры её растений в опыте заметно отличаются от таковых в контрольном варианте. Сложный компост оказал влияние на диаметр початка, его длину и массу, на количество зерна в початке, массу 1000 зерен и, следовательно, продуктивность. Анализируя структуру продуктивности в варианте с внесением сложного компоста, следует отметить превышение основных показателей (длина початка, его масса, масса зерна в початке, среднее число семян) по среднему значению для проанализированных образцов. В варианте со сложным компостом отмечена тенденция увеличения массы 1000 семян (таблица 5).

Масса 1000 семян является одним из важных показателей оценки продуктивности сельскохозяйственных культур: так, на контроле данный показатель по годам выращивания кукурузы (1, 4 и 6-ой гг.) составил 224,2; 237,6 и 212,7 г, тогда как с внесением полуперепревшего навоза КРС – 225,9; 240,6 и 215,2 г, а сложного компоста – 228,3; 244,4 и 240,7 г соответственно.

Таблица 5 – Влияние сложного компоста на продуктивность растений кукурузы, полевой опыт

Год	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Масса початка, г	Масса зерна в початке, г	Масса 1000 зерен, г	Продуктивность, кг/м ²
Контроль						
1	10,9 ± 0,7	4,0 ± 0,2	109,5 ± 17,8	70,4 ± 5,8	224,2 ± 2,3	0,66 ± 0,03
4	11,3 ± 0,8	4,2 ± 0,2	99,2 ± 15,1	65,8 ± 5,1	237,6 ± 2,4	0,64 ± 0,03
6	11,2 ± 0,7	3,8 ± 0,2	88,1 ± 14,5	63,3 ± 5,0	212,7 ± 2,2	0,53 ± 0,03
Полуперепревший навоз КРС						
1	11,6 ± 0,8	4,5 ± 0,2	132,7 ± 14,3	98,7 ± 7,3	225,9 ± 2,0	0,68 ± 0,03
4	12,4 ± 0,9	4,5 ± 0,2	121,9 ± 16,8	91,6 ± 7,0	240,9 ± 2,5	0,67 ± 0,04
6	11,7 ± 0,7	4,2 ± 0,2	117,3 ± 15,3	87,3 ± 6,7	212,2 ± 2,5	0,55 ± 0,03
Сложный компост						
1	13,9 ± 0,8	4,5 ± 0,1	170,7 ± 12,8	115,4 ± 8,7	228,3 ± 2,8	0,72 ± 0,04
4	14,9 ± 1,0	4,7 ± 0,2	158,5 ± 17,6	109,9 ± 8,3	244,4 ± 2,9	0,70 ± 0,03
6	14,1 ± 0,7	4,5 ± 0,2	143,7 ± 16,9	101,2 ± 8,1	240,7 ± 2,7	0,65 ± 0,03

Изменение данного показателя сказалось на биологической продуктивности (урожайности, ц/га) изучаемой культуры. Сравнение показателей продуктивности растений кукурузы на 4-й год исследований показало, что снижение количества початков в течение вегетационного периода этой культуры заметно отразилось на характеристике основных показателей.

Таким образом, суть технологии заключается в производстве сложных компостов из отходов сельского хозяйства и промышленности, обладающих различными свойствами и характеристиками. Грамотное сочетание отходов позволяет получить высокоэффективное органоминеральное удобрение, выступающее в качестве комплексного мелиоранта почвы. Получаемый компост используется для улучшения агрономических и экологических свойств почвы, повышения урожайности сельскохозяйственных культур и качества их продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоненко Д. А. Отходы производства и потребления как сырьевая основа сложных компостов / Д. А. Антоненко, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2014. – Т. 10. – № 3. – С. 14–23.
2. Антоненко Д. А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур : монография / Д. А. Антоненко, И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов и др. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2015. – 180 с. https://elibrary.ru/download/elibrary_24421131_78211038.pdf.
3. Антоненко Д. А. Сложный компост и его использование для сохранения плодородия сельскохозяйственных земель / Д. А. Антоненко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2016. – Т. 12. – № 2. – С. 76–81.
4. Антоненко Д. А. Особенности использования растительных остатков для получения компостов / Д. А. Антоненко // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 134. – С. 27–38.
5. Белюченко И. С. Влияние сложных компостов на свойства почвы и формирование почвенной биоты / И. С. Белюченко, Ю. Ю. Никифорова // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 4. – С. 3–50.
6. Белюченко И. С. Отходы производства и потребления – вторичное сырье для производства сложных компостов / И. С. Белюченко, Ю. Ю. Никифорова // Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях : Сб. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2013. – С. 189–193.
7. Гукалов В. Н. Влияние сложного компоста на экологическое состояние чернозема обыкновенного, развитие и продуктивность кукурузы / В. В. Гукалов, Д. А. Славгородская // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 5. – № 44. – С. 53–59.

8. Никифорова Ю. Ю. Почвенная биота чернозема обыкновенного при использовании органоминерального компоста / Ю. Ю. Никифорова // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2012. – Т. 8. – № 2. – С. 21–26.
9. Никифорова Ю. Ю. Почвенная мезофауна агроценозов под воздействием сложного компоста / Ю. Ю. Никифорова // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 76–81.
10. Никифорова Ю. Ю. Использование отходов производства и потребления для создания сложных компостов / Ю. Ю. Никифорова, О. А. Мельник // Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства : Сб. междунар. саммита молодых ученых. – 2016. – С. 133–136.
11. Петух Ю. Ю. Комплексное использование отходов промышленности и сельского хозяйства для улучшения свойств почвы / Ю. Ю. Петух // Вестник ОГУ. – 2011. – № 12. – С. 417–418.
12. Петух Ю. Ю. Влияние отходов промышленности и сельского хозяйства на состав почвенной мезофауны в посевах кукурузы / Ю. Ю. Петух // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 34–37.
13. Славгородская Д. А. Влияние органоминерального компоста на агрофизические свойства чернозема обыкновенного в посевах кукурузы / Д. А. Славгородская // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2011. – Т. 7. – № 4. – С. 42–48.
14. Beluchenko I. S. Changes in density and aeration of the plowed layer in common chernozem under the influence of compound compost / I. S. Beluchenko, D. A. Slavgorodskaya // Russian Agricultural Science. – 2013. – № 3. – P. 261–263.
15. Beluchenko I. S. Change in aggregate composition of ordinary chernozem during application of organo-mineral compost / I. S. Beluchenko, D. A. Slavgorodskaya // Russian Agricultural Science. – 2013. – № 5–6. – P. 412–415.

СЕКЦИЯ 8

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В АГРОЛАНДШАФТАХ

УДК 631.53:633.854.78.631

ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Решетняк Николай Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Луганский национальный аграрный университет, Украина, г. Луганск

Косогова Татьяна Михайловна, кандидат биологических наук, доцент, Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина, г. Луганск, kosogova@list.ru

Ганзий Юлия Анатольевна, Луганский национальный аграрный университет, Украина, г. Луганск

Решетняк Артур Александрович, Луганский национальный аграрный университет, Украина, г. Луганск

Изучали продуктивность подсолнечника и гречихи в зоне влияния корневых систем растений лесных полос степных агроценозов Луганской области. Показано достоверное увеличение урожая гречихи, произрастающей в удалении от лесных полос на расстоянии до 20 м. У растений подсолнечника, выращиваемых на расстоянии до 10 м от лесной полосы, генеративные органы не формируются.

Ключевые слова: климат, пыльные бури, лесные полосы, подсолнечник, гречиха, агроценоз, генеративные органы, урожай.

FOREST STRIPS AND YIELD OF AGRICULTURAL CULTURES GROWN IN THE ZONE OF THEIR INFLUENCE

Reshetnyak N. V., Kosogova T. M., Ganziy Yu. A., Reshetnyak A. A.

They studied the productivity of sunflower and buckwheat in the zone of influence of the root systems of plants of the forest belts of the steppe agrocenoses of the Luhansk region. A significant increase in the yield of buckwheat growing at a distance of 0-10 to 20 m is shown away from the forest belts. Generative organs do not form in sunflower plants grown at a distance of up to 10 m from the forest belt.

Key words: climate, dust storms, forest belts, sunflower, buckwheat, agrocenosis, generative organs, harvest.

По данным Луганского центра гидрометеорологии за последние 11 лет (2008–2018 гг.) средняя сумма активных температур ($t^{\circ} \geq 10^{\circ} \text{C}$) за вегетационный период в Луганской области значительно возросла и составила 3497,1 $^{\circ}\text{C}$. Среднемноголетняя годовая сумма осадков равна 528 мм, в том числе за май–сентябрь – 279 мм, а среднегодовая температура воздуха составляет 8,8 $^{\circ}\text{C}$. Среднее число дней с относительной влажностью воздуха $\leq 30\%$ равно 47,5. Многолетняя сумма активных температур ($t^{\circ} \geq 10^{\circ}\text{C}$) за вегетационный период – 3148 $^{\circ}\text{C}$.

В засушливых условиях региона необходим пересмотр технологий сева подсолнечника в зоне действия корневых систем лесных полос, которые по площади занимают 2 % пашни.

Как показано в работах Н. И. Дранищева, Н. В. Решетняка, А. И. Торбы (2008, 2009 гг.), в зоне действия корневых систем старовозрастных лесных полос (на расстоянии до 20 м от них) пропашные культуры и, прежде всего, подсолнечник и кукуруза не способны обеспечивать оптимальную урожайность, что объясняется недостатком почвенной влаги. В период 2011–2013 гг. специалисты ЛНАУ разрабатывали технологии выращивания некоторых сельскохозяйственных культур в условиях влияния корневых систем фитоценозов лесных полос [4].

Известно, полезащитные полосы являются надежной и долговременной защитой против суховейных ветров, эрозионных процессов и пыльных бурь, обеспечивают равномерное рас-

пределение снежного покрова, создают на поле микроклимат, защищая растения от неблагоприятных факторов (весенних заморозков, ветров в период цветения сельскохозяйственных культур и др.). Лесные экотопы имеют в своем составе ряд компонентов, которые влияют на процесс опыления растений культурных ценозов (насекомые-опылители), служат фундаментом контурно-мелиоративной системы, выполняя гидрологические и ветрозащитные функции. Наибольший эффект полезатитные полосы имеют в комплексе с организационными, агротехническими, гидротехническими мероприятиями [1, 2].

Цель – изучить урожайность подсолнечника и гречихи в зоне влияния корневых систем растений лесных полос, расположенных в степных агроландшафтах.

Полевые опыты выполняли в 2011–2013 гг. в фермерском хозяйстве «Айдар-овощ». Почва – чернозем обыкновенный среднемощный на лессе. Погодные условия в период исследования несколько различались по ряду показателей. В 2011 г. наступление устойчивых положительных температур (выше 5 °С) наблюдалось в 1 декаде мая, что ингибировало рост и развитие древесных растений лесных полос. Эдификаторами лесных полос на полях хозяйства являются дуб черешчатый, клен сахаристый, робиния лжеакация (посадка 1948 г.).

Объекты исследования – гибрид подсолнечника Ясон и гречиха сорта Антария. Посевная площадь делянок в производственном опыте составляла 1 га. Повторность 3-кратная. Способ посева подсолнечника пунктирный с междурядьями 70 см. Способ посева гречихи сплошной с междурядьем 15 см.

Фенологические наблюдения проводили согласно общепринятой методике. Запасы продуктивной влаги в 1,5-метровом слое почвы определяли весовым методом (взятие проб осуществляли буром Нестерова по фенофазам), высоту снежного покрова, урожайность культур по Б. А. Доспехову [1].

Вегетационный период подсолнечника раннеспелого гибрида Ясон длится 105 дн. Известно, что эта культура имеет мощную, глубоко проникающую в почву стержневую корневую систему. Расход продуктивной влаги зависит от осенне-зимних запасов влаги в 1,5-метровом слое почвы. Наибольший расход продуктивной влаги приходится на период образования генеративных органов и фазу цветения (2–3-я декады июня – 1-я декада июля). Именно в этот период растения лесных полос интенсивно расходуют влагу с нижних почвенных горизонтов. Поэтому растения с мощной глубоко проникающей корневой системой испытывают недостаток продуктивной влаги, особенно в 1–6 этапы органогенеза (Ф. М. Куперман).

Подсолнечник оптимального для Луганской области срока сева на посевных площадях, которые расположены у лесных полос, практически не дает всходов. При ранневесеннем сроке сева подсолнечник конкурентоспособен с растениями лесных полос и дает полноценный урожай (таблица).

Таблица 1 – Влияние лесных полос на урожайность гречихи сорта Антария и гибрида подсолнечника Ясон в фермерском хозяйстве Айдар-Овощ (2011–2013 гг.)

Показатели		Расстояние посевов от лесных полос, м					
		10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
Наибольшая высота снежного покрова, см		65,0	65,0	48,0	38,0	26,0	25,0
Содержание продуктивной влаги в 1,5-м слое почвы:	перед севом	165,0*	165,0	175,0	175,0	175,0	175,0
		165,0	165,0	175,0	175,0	175,0	175,0
	перед массовым цветением	114,3	114,8	123,0	120,0	120,0	120,0
		0,0	46,0	88,0	88,0	92,0	94,0
перед уборкой	0,0	0,0	14,7	16,3	21,2	30,0	
	0,0	0,0	4,7	4,9	5,2	5,2	
Урожайность, ц/га		16,2	15,7	13,6	13,2	13,2	13,2
		0,0	17,3	17,0	17,0	17,0	17,0
НСР 0,05 ц/га		1,2	1,2	1,4	1,1	1,1	1,0
		0,9	1,0	1,1	1,1	0,9	0,9

* в числителе – гречиха, в знаменателе – подсолнечник

Гречиха дает высокий урожай (таблица) в агроценозах, расположенных вблизи лесных полос, защищающих ее от весенних заморозков, а также от ветров во время цветения, спо-

собствуя эффективному опылению насекомыми. В лесных полосах и вблизи водоемов размножаются насекомые-опылители, что благоприятно сказывается на полноте опыления и урожае. Корневая система гречихи стержневая, углубляется в почву всего на 40–50 см. Влага этого горизонта недостижима для корней древесных растений лесных полос.

Таким образом, для более эффективного использования пашни вдоль лесных полос рекомендуем применять технологию, основанную на ранневесеннем сроке сева культур.

Предпосевную обработку семян осуществлять препаратом, синтезированным и запатентованным учеными кафедры земледелия и экологии окружающей среды Луганского НАУ – «Нива» [3] или же высевать по периметру поля гречиху на расстоянии от 10 до 20 м от растенных лесных полос.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грибачева О. В. Защитное лесоразведение на Донбассе и его истоки [Текст] / О. В. Грибачева, А. И. Чернодубов. – Луганск, 2018. – 163 с.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. Пат. 199914 Украина «Способ озимої сівби насіння соняшнику [Текст] / М. І. Дранищев, М. В. Решетняк, А. С. Овчаренко; заявитель и патентообладатель Луганский национальный аграрный университет. Бюл. Держдепартаменту інтелектуальної власності, 2007. – № 1. – 4 с.

4. Дранищев, Н. И. Продуктивность подсолнечника и пути ее повышения в зоне влияния корневых систем лесных полос [Текст] / Н. И. Дранищев, Н. В. Решетняк, А. И. Торба, В. Н. Токаренко // Науковий Вісник Луганського національного аграрного університету, 2009. – № 11. – С. 15–17.

УДК 63.630.181

СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Теучеж Аминет Аслановна, доцент, кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13, bioeco@inbox.ru

В статье рассматривается характеристика лесов сельскохозяйственного назначения в Краснодарском крае. Главной и важнейшей функцией лесов сельскохозяйственного назначения является их способность сберегать земельные массивы сельхозпредприятий, препятствуя водной и ветровой эрозии почв. Агроресомелиорация земель состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий, обеспечивающих коренное улучшение земель посредством использования почвозащитных, водорегулирующих и иных свойств защитных лесных насаждений. Леса сельскохозяйственного назначения предотвращают размыв и смыв почвы, образование оврагов, пагубное влияние летучих песков и пыльных бурь, смягчают колебания температуры, повышают влажность воздуха и почвы, выравнивают поверхностный слой воды, способствуют снегозадержанию, равномерному распределению влаги на полях и, в конечном счете, способствуют повышению урожайности полей на 12–30 %. Для создания условий устойчивого развития и функционирования системы защитных лесных насаждений в Краснодарском крае предусматривается решение следующих основных задач: проведение инвентаризации защитных лесных насаждений с применением натурного обследования и аэрокосмических снимков с целью получения достоверной информации и создания на базе геоинформационных технологий иерархической земельно-информационной системы регионального и местного (районного) уровня с выделением минимальных однородных участков земли сельскохозяйственного назначения; разработка с учетом зональных и ландшафтных особенностей единой системы лесомелиоративного обустройства Краснодарского края обеспечивающей сохранение и воспроизводство плодородных земель сельскохозяйственного назначения и экологическую безопасность растениеводства; разработка агроресомелиоративных проектов, сведение раз-

рознесенных проектов создания отдельных объектов – лесополос, противоэрозионных массивов – в обобщенный агроландшафтный проект; внедрение новых технологий создания насаждений, уходных работ в 1-й возрастной группе (15 уходов) и рубки ухода во 2-й и 3-й возрастных группах; внедрение передового опыта и создание современной базы питомниководства, работы по подбору породного состава древесных пород и использование элитных семян для получения посадочного материала с высокими наследственными качествами; внедрение новых машин и механизмов для проведения уходных работ, снижение количества ручного труда с целью значительного удешевления работ; доведение соотношения «насаждения – поле» до оптимального – 5 га лесных защитных насаждений на 100 га пашни (в настоящее время: 2,8 на 100 га пашни).

Ключевые слова: водная и ветровая эрозия, леса сельскохозяйственного назначения, агролесомелиорация; противоэрозионные, полезащитные мероприятия.

CREATION OF CONDITIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND FUNCTIONING OF THE SYSTEM OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS IN THE KRASNODAR KRAI

Teuchezh A. A.

The article deals with the characteristics of forests for agricultural purposes of the Krasnodar region. The main and most important function of agricultural forests is their ability to conserve agricultural land, preventing water and wind erosion. Agroforestry of lands consists in carrying out a complex of meliorative actions providing radical improvement of lands by means of use of soil-protective, water-regulating and other properties of protective forest plantings. Agricultural forests prevent soil erosion and flushing, the formation of ravines, the harmful effects of volatile Sands and dust storms, regulate temperature fluctuations, increase humidity of air and soil, level the surface layer of water, contribute to snow retention, uniform distribution of moisture in the fields and, ultimately, contribute to an increase in field productivity by 12 – 30 %. For creation of conditions of sustainable development and functioning of system of protective forest plantings in Krasnodar Krai the solution of the following main tasks is provided: carrying out inventory of protective forest plantings with application of full-scale inspection, use of aerospace pictures for the purpose of obtaining reliable information and creation on the basis of geoinformation technologies of hierarchical land information system of regional and local (regional) level with allocation of the minimum homogeneous sites of the earth of agricultural purpose; development of a unified system of forest reclamation arrangement of the Krasnodar territory, taking into account its zonal and landscape features, ensuring the preservation and reproduction of fertile agricultural land and environmental safety of crop production; development of agroforestry projects, reduction of disparate projects for the creation of individual objects-forest belts, anti-erosion arrays - in a generalized agricultural landscape project; introduction of new technologies for creating plantations, maintenance work in the 1st age group (15 departures) and felling care in the 2nd and 3rd age groups; the introduction of best practices and the creation of a modern base of nursery, work on the selection of species composition of tree species and the use of elite and plus seeds to obtain planting material with high hereditary qualities; the introduction of new machines and mechanisms for carrying out care work, reducing the amount of manual labor in order to significantly reduce the cost of work; bringing the ratio of "planting – field" to the optimal - 5 hectares of forest protective plantations per 100 hectares of arable land (currently 2.8 hectares per 100 hectares of arable land).

Key words: water and wind erosion, agricultural forests, agroforestry, anti-erosion, field protection.

Главной и важнейшей функцией лесов сельскохозяйственного назначения является их способность сберечь земельные массивы сельхозпредприятий, препятствуя водной и ветровой эрозии почв. Агролесомелиорация земель состоит в проведении комплекса мелиоративных мероприятий, обеспечивающих коренное улучшение земель посредством использования почвозащитных, водорегулирующих и иных свойств защитных лесных насаждений. К этому типу мелиорации земель относятся следующие ее виды:

противоэрозионная – защита земель от эрозии путем залужения и создания лесных насаждений в оврагах, балках, на берегах рек, песках и других территориях;

полезащитная – защита земель от воздействия неблагоприятных явлений природного, антропогенного и техногенного происхождения путем создания защитных лесных насаждений по границам земель сельскохозяйственного назначения, а также путем создания новых или восстановления существовавших ранее лесных массивов в границах соответствующих элементов ландшафта с площадью не менее 1,5 км² с целью поддержания видовой разнообразия и улучшения климатических характеристик конкретной территории [3, 4, 6].

Леса сельскохозяйственного назначения предотвращают размыв и смыв почвы, образование оврагов, пагубное влияние летучих песков и пыльных бурь, регулируют колебание температуры, повышают влажность воздуха и почвы, выравнивают поверхностный слой воды, способствуют снегозадержанию, равномерному распределению влаги на полях и, в конечном счете, способствуют повышению урожайности полей на 12–30 % [1, 5, 7].

Разработанные отечественными и зарубежными учеными требования и нормативы облесенности пашни, обеспечивающие минимальный вывод пахотных земель из оборота и максимальную прибавку урожая за счет снижения неблагоприятного воздействия погодных и климатических условий, определяются наличием 5 га леса на 100 га пашни [10, 15, 17].

Таблица 1 – Фактические показатели облесенности сельскохозяйственных площадей и потребность в создании дополнительных лесных насаждений

Площадь пашни, тыс. га	Площадь защитных лесных насаждений, тыс. га	Степень облесенности пашни, %	Оптимальная облесенность пашни, %	Дополнительная площадь создания лесных насаждений на пашне, тыс. га	Потребность в дополнительном создании насаждений по берегам малых рек, тыс. га
3 991,8	127,9	2,8	5,0	71,6	6,0

Таблица 2 – Характеристика и соотношение имеющихся в крае защитных лесных насаждений

Характеристика защитных лесных насаждений	Площадь, тыс. га	Доля в общем объеме, %
Ширина:		
до 15 м	77,7	60,8
от 16 до 20 м	17,3	13,5
свыше 21 м	32,9	25,7
Итого	127,9	100,0
Порода:		
белая акация	62,8	49,0
ясень зеленый обыкновенный	38,3	30,0
гледичия	16,6	13,0
абрикос	5,1	4,0
прочие породы	5,1	4,0
Итого	127,9	100,0
Конструкция:		
продуваемая	12,8	10,0
ажурная	37,9	30,0
плотная	77,2	60,0
Итого	127,9	100,0
Возрастной период:		
2-й (7–15 лет)	3,9	3,0
3-й (16 лет и старше)	124,0	97,0
Итого	127,9	100,0

В лесных защитных полосах лесохозяйственный уход должен осуществляться в течение всей их жизни. Он проводится с определенной целью в зависимости от возраста насаждений [2, 8, 9]: во 2-м возрастном периоде с 7 до 15 лет – рубки формирования насаждения; в 3-м возрастном периоде – с 16 лет и до конца существования насаждений – рубки ухода с целью поддержания необходимой конструкции и жизнеспособности.

Для создания условий устойчивого развития и функционирования системы защитных лесных насаждений в Краснодарском крае предусматривается решение следующих основных задач:

1) проведение инвентаризации защитных лесных насаждений с применением натурального обследования и аэрокосмических снимков с целью получения достоверной информации и создания на базе геоинформационных технологий иерархической земельно-информационной

системы регионального и местного (районного) уровня с выделением минимальных однородных участков земли сельскохозяйственного назначения;

2) разработка с учетом зональных и ландшафтных особенностей единой системы лесомелиоративного обустройства Краснодарского края, обеспечивающей сохранение и воспроизводство плодородных земель сельскохозяйственного назначения и экологическую безопасность растениеводства;

3) разработка агролесомелиоративных проектов, сведение разрозненных проектов создания отдельных объектов – лесополос, противоэрозионных массивов – в обобщенный агроландшафтный проект;

4) внедрение новых технологий создания насаждений, уходных работ в 1-й возрастной группе (15 уходов) и рубки ухода во 2-й и 3-й возрастных группах;

5) внедрение передового опыта и создание современной базы питомниководства, работы по подбору породного состава древесных пород и использование элитных семян для получения посадочного материала с высокими наследственными качествами;

6) внедрение новых машин и механизмов для проведения уходных работ, снижение количества ручного труда с целью значительного удешевления работ;

7) доведение соотношения "насаждения – поле" до оптимального – 5 га лесных защитных насаждений на 100 гектаров пашни (в настоящее время их 2,8 гектара на 100 га пашни).

В результате проведенных работ по рубкам ухода лесные полосы будут работать эффективнее, что позволит повысить урожайность зерновых культур на 2,5 ц/1 га, а также трансформировать в пашню закрайки лесных полос, заросшие кустарником и мелколесьем.

Кроме того, при рубках ухода и реконструкции лесных насаждений вырубается древесина, которая может быть использована для ремонта ферм и кошар, устройства лесных загонов, изготовления виноградного кола, изделий ширпотреба, обеспечения местного населения дровами [16, 18, 19]. Прибавка урожая и реализация древесины, получаемой от рубок, могут компенсировать затраты на проведение агролесомелиоративных работ, а в дальнейшем дадут чистую прибыль сельскому хозяйству края.

Планируемые объемы создания полезащитных и противоэрозионных насаждений, лесоводственных уходов в них, являются текущими и рассчитаны на десятки лет, причем с ежегодным наращиванием объемов.

Выращивание сеянцев и саженцев функциональных пород – дуб черешчатый и Гартвиса, орех черный, белая акация, ясень обыкновенный, гледичия, абрикос, лещина – приведет к улучшению породного состава защитных лесных насаждений, увеличению их долговечности [11, 14, 20]. Сбор семян будет производиться с плюсовых деревьев-семенников на постоянных лесосеменных участках.

Агролесомелиоративные мероприятия осуществляются по направлениям: полезащитное лесоразведение и противоэрозионное лесоразведение. Реализация агролесомелиоративных мероприятий обеспечивает продолжение создания в Краснодарском крае региональной защитной лесной системы, обеспечивающей гарантированное устойчивое повышение плодородия почвы.

При обосновании эффективности мероприятий определялись экологическая и общественная (народно-хозяйственная) эффективность. Экологическая эффективность проявляется как результат сохранения плодородия почв на площади 22 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Экологическая эффективность воспроизводства (создания) защитных лесных полос проявится также и после реализации мероприятий [12, 13, 20].

Лесоводственные уходы за защитными лесными насаждениями приведут к повышению содержания гумуса почвы в среднем на 0,6 % и позволят увеличить урожайность сельскохозяйственных культур в пересчете на зерновые единицы на 5,5 тыс. т в год, реализация которых принесёт товаропроизводителю 38,5 млн руб.

Выполнение намеченных мероприятий позволит защитить и сохранить от водной и ветровой эрозии около 22,0 тыс. га сельскохозяйственных угодий, будет способствовать развитию не только агропромышленного комплекса, но и других отраслей народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Динамика органического вещества и проблемы его трансформации в почвах агроландшафта степной зоны края / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов, О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 5–17.
2. Белюченко И. С. Практические основы использования отходов промышленности и сельского хозяйства в качестве мелиоранта чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 31. – С. 41–47.
3. Белюченко И. С. Органические и минеральные отходы производства как сырьевая основа сложных компостов. Перспективы и проблемы размещения отходов производства и потребления в агроэкосистемах / И. С. Белюченко // Материалы междунар. науч.-практ. конф. / Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. – 2014. – С. 41–47.
4. Белюченко И. С. Влияние внесения органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 32. – С. 69–71.
5. Белюченко И.С. Влияние органоминерального компоста на плотность сложения и порозность чернозема обыкновенного / И. С. Белюченко, Д. А. Славгородская, В. В. Гукалов // Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2012. – № 34. – С. 88–90.
6. Белюченко И. С. Сложный компост как важный источник обогащения почвенного покрова питательными веществами [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 97. – С. 203–223.
7. Белюченко И.С. Экологические основы функционирования смешанных посевов в агроландшафтах Кубани [Электронные ресурсы] / И. С. Белюченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – № 101. – С. 522–551.
8. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262 с.
9. Белюченко И. С. Биология развития и интродукция многолетних злаков в южных районах СНГ : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 443 с.
10. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2017. – 349 с.
11. Теучеж А. А. Микробиологические, биохимические и технологические основы использования отходов животноводства / А.А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 60–66.
12. Теучеж А. А. Состав и свойства наполнителей для производства органических компостов / А.А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. 2017. – Т.13. – № 3.
13. Теучеж А. А. Влияние рельефа на физические и химические свойства верхнего слоя чернозема обыкновенного / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. 2017. – Т. 13. – № 1. – С. 88–93.
14. Теучеж А. А. Концентрации макроэлементов и органического вещества в черноземах обыкновенных / А. А. Теучеж // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : Материалы междунар. научн. экол. конф. – Краснодар. – 2017. – С. 782–788.
15. Теучеж А. А. Динамика фосфора в системе агроландшафта: на примере изучения агроландшафта ОАО «Заветы Ильича» Ленинградского района Краснодарского края : дис. ... канд. биол. наук / А. А. Теучеж. – Краснодар, 2007. – 121 с.

ВЛИЯНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Баймурзина Диляфруз Радиковна, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, turbas7@mail.ru

Юсупова Гульшат Маратовна, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, turbas7@mail.ru

В статье приводятся данные научно-исследовательской работы по изучению влияния полезащитных лесных полос на снегораспределение, урожайность и биометрические показатели озимой ржи и яровой пшеницы в Республике Башкортостан.

Ключевые слова: озимая рожь, пшеница яровая, полезащитные лесополосы, снегораспределение, урожайность.

THE INFLUENCE OF FIELD WINDBREAKS ON CROPS IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Baimurzina D. R., Yusupova G. M.

The article presents the data of research work on the study of the impact of forest belts on snow distribution, yield and biometric indicators of winter rye and spring wheat in the Republic of Bashkortostan.

Keywords: winter rye, spring wheat, shelterbelts, snow distribution, yield.

Лесные полосы оказывают большое влияние на агроэкосистему. Больше всего они влияют на: температуру, влажность, свет, распределение снега, водные ресурсы, ветровой поток. Правильно размещенные полосы значительно уменьшают поток воды и вымывание поверхностных слоев почвы, препятствуют загрязнению и высыханию водоемов, защищают почву и повышают урожайность сельскохозяйственных культур. Кроме того, лесополосы обогащают почву органическими и минеральными веществами за счет гниения листьев и мертвых корневых систем и тем самым повышают ее плодородие как под пологом, так и на защищенных ими полях [1,6,9].

Под влиянием лесных полос уменьшается объемная масса и увеличивается общая рыхлость и связность почвы, улучшается ее водообеспеченность и водопроницаемость, что уменьшает или полностью предотвращает поверхностный сток воды. Большое значение имеют лесополосы в защите почв от ветровой эрозии: они снижают скорость ветра, защищают посевы от продувки и засыпания мелкоземом. Защитные лесные насаждения оказывают положительное влияние на транспирацию растений. Интенсивность посева на охраняемых лесных полосах полей значительно снижается, что способствует более эффективному использованию почвенной влаги. Лесные полосы влияют на температуру и влажность приземного воздуха. В системе лесных полос в дневное время теплого сезона температура воздуха на 1–2 °С выше, чем на открытых участках. Лесные насаждения очищают воздух от пыли и газообразных токсинов, обогащают воздушную среду кислородом, поглощают углекислый газ, выполняют противомикробные, стерилизующие и звукопоглощающие функции, снижают уровень шума и изменяют его частотные характеристики. Лесополосы, улучшая микроклимат, а также продовольственный, воздушный и водный режимы почвы, создают благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур [2,3,4,5].

Мы исследовали полезащитные полосы в Предуральской лесостепи Республики Башкортостан (РБ) на территории СПК «Калинина» Хайбуллинского района (пробная площадь № 1 (ПП № 1) и АПХ «Алатау» Кармаскалинского района (пробная площадь № 2 – ПП № 2). Лесополоса на первой пробной площади состоит из клена американского (*Acer negundo*), а на второй пробной площади – из березы повислой (*Betula pendula*). Мы измерили высоту снега в марте 2018 года на расстоянии 10, 25, 50, 100, 200, 300, 400, 500 м от последнего ряда полезащитной полосы по направлению ветра. Измерения мы провели рейкой. По нашим результатам можно видеть распределение снежного покрова на поле (таблица 1). Снег ложился неравномерно, по мере удаления от лесной полосы высота снежного покрова уменьшалась.

Таблица 1 – Влияние полевых защитных полос на снегораспределение

Расстояние, м	Высота снега, см	
	ПП №1	ПП №2
10	39	41
25	41	43
50	43	40
100	38	37
200	36	36
300	33	35
400	28	30
500	25	28

Для изучения влияния лесных полос на урожайность ржи и пшеницы мы закладывали учетные площадки на расстоянии 10, 25, 50, 100, 200, 300, 400, 500 м в заветренную сторону. Подсчитали числа зерен в колосе, количество колосьев, массу 1000 зерен и т. д. После измерений мы пришли к выводу, что возле пробной площади №1 максимальная урожайность озимой ржи в 2018 г. наблюдается на расстоянии 300 м – 38 ц/га (таблица 2), а для ПП № 2 на расстоянии 10 и 300 м – 30 ц/га (таблица 3).

При обработке данных установлено, что с увеличением расстояния от лесной полосы высота снежного покрова уменьшается. Также была обнаружена отрицательная связь между расстоянием от лесополосы и урожайностью. Лесополосы меняют скорость и направление ветра и положительно влияют на распределение снега, что имеет большое значение для сельскохозяйственных культур. Лесные полосы способствуют снижению осыпания спелых зерен за счет снижения скорости ветра. В незащищенных лесными полосами районах сильный ветер сбрасывает валки скошенного зерна. Влияние системы полос на посевы не ограничивается повышением урожайности [7, 8].

Таблица 2 – Зависимость биометрических показателей озимой ржи от расстояния до полевой защитной полосы на территории СПК «Калинина» (пробная площадь № 1)

Расстояние от лесополосы, м	Высота растения, см	Длина колоса, см	Число зерен, шт.	Количество растений/м ² , шт.	Масса, г	Урожайность, ц/га
10	37,3	4,4	10	320	26	26
25	39,8	4,5	12	380	30	30
50	44,5	5,3	14	377	35	35
100	43,4	5,4	12	400	34	34
200	43,1	5,1	13	416	34	34
300	45,2	6,7	14	470	38	38
400	40,4	5,2	11	450	33	33
500	37,4	5,8	11	350	28	28

Таблица 3 – Зависимость биометрических показателей яровой пшеницы от расстояния до полевой защитной полосы на территории АПХ «Алатау» (пробная площадь № 2)

Расстояние от лесополосы, м	Высота растения, см	Длина колоса, см	Число зерен, шт.	Количество растений/м ² , шт.	Масса, г	Урожайность, ц/га
10	67,0	7,5	23	256	30	30
25	58,5	6,6	24	378	27	27
50	62,9	7,2	35	252	28	28
100	62,5	6,7	24	529	23	23
200	65,9	6,4	25	325	29	29
300	58,6	7,1	24	230	30	30
400	52,6	5,9	21	296	32	32
500	53,4	6,7	21	267	25	25

Под защитой полос формируется зерно пшеницы с лучшими технологическими и мукомольными качествами. Результатом агрономического влияния лесных полос является не только увеличение урожайности, но и улучшение качества продукции растениеводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гизатуллин А. И. Влияние лесных полос на урожайность сельскохозяйственных культур в Предуральской лесостепи РБ / А. И. Гизатуллин, Ю. И. Ханнанова, А. Ш. Тимерьянов // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития АПК : Материалы Междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXIII Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2013». – Уфа : Башкирский ГАУ. – 2013. – С. 83–84.
2. Ишниязов Р. М. Особенности адаптивно-ландшафтного земледелия на полях, защищенных лесными полосами / Р. М. Ишниязов, А. Ш. Тимерьянов // Аграрная наука – сельскому хозяйству : Сб. статей в 3 книгах. – ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 2016. – С. 107–109.
3. Ишниязов Р. М. Лесомелиоративные насаждения в оптимизации агроландшафтов / Р. М. Ишниязов, А. Ш. Тимерьянов, Р. Р. Исяньюлова // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК : Материалы междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXVII Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2017». – Башкирский государственный аграрный университет, 2017. – С. 45–49.
4. Тимерьянов А. Ш. Защитные лесонасаждения в решении экологических проблем / А. Ш. Тимерьянов [и др.] // Аграрная Россия. – 2009. – № 52, спецвыпуск. – С. 165–166.
5. Тополя и березы в лесомелиоративных насаждениях / Э. Д. Губайдуллина, А. А. Маркабаева, А. Ш. Тимерьянов // Приоритетные направления развития современной науки молодых учёных-аграриев : материалы V междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных, посвящённые 25-летию ФГБНУ "Прикаспийский НИИ аридного земледелия". – 2016. – С. 504–506.
6. Тимерьянов А. Ш. Воспроизводство защитных лесных насаждений / А. Ш. Тимерьянов, А. Ф. Хайретдинов, Р. Х. Гафиятов // Лесное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 28–29.
7. Тимерьянов А.Ш. Значение лесомелиоративных насаждений и проблемы их воспроизводства / Проблемы природоохранной организации ландшафтов : Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию выпуска первого мелиоратора в России. – Новочеркасск, 2013. – С. 211–212.
8. Троц В. Б. Агротехническое значение лесных насаждений / В. Б. Троц // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых : Сб. материалов VI междунар. науч.-практ. конф. – Краснообск, 2017. – С. 83–88.
9. Юнусов Д. В. Изучение рекреационного потенциала лесов на Уфимском плато Республики Башкортостан / Д. В. Юнусов, А. Ш. Тимерьянов // Аграрная наука – сельскому хозяйству : Материалы X междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству», в 3 книгах. – Барнаул, 2015. – С. 485–487.

УДК 631

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

Зарудная Татьяна Яковлевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории защиты почв от эрозии, ФГБНУ Курский Федеральный аграрный научный центр, *Россия*, г. Курск, vniiizem@mail.ru

Подлесных Игорь Вячеславович кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты почв от эрозии, ФГБНУ Курский Федеральный аграрный научный центр, *Россия*, г. Курск, podlesnich_igor@rambler.ru

Узкая двухрядная лесная полоса с гидротехническими сооружениями оказывает положительное влияние на плодородие почвы что приводит к снижению потери гумуса и повышению урожайности возделываемых культур

Ключевые слова: плодородие почвы, лесная полоса, гумус, подвижные формы, фосфор, калий.

INFLUENCE OF A FOREST SHELTER BELT ON SOIL FERTILITY

Zarudnaya T. Y., Podlesnykh I. V.

A narrow two-row forest shelter belt with hydraulic structures have a positive impact on soil fertility which affects the lower loss of humus and increase of crop yields

Key words: soil fertility, forest shelter belt, humus, mobile forms, phosphorus, potassium.

Плодородие является важнейшим свойством почвы. При интенсивном использовании земли для получения максимума сельскохозяйственной продукции с катастрофической скоростью происходит деградация почвы, что привело к развитию ускоренной эрозии. Борьба с водной эрозией – первоначальная мера, которая способствует сокращению потери гумуса [1].

Одним из базовых элементов в борьбе с эрозией почв в адаптивно-ландшафтной системе земледелия могут выступать узкие двухрядные лесные полосы, с валом по нижней опушке и канавой между рядами. Лесные полосы на пахотных склонах должны отвечать ряду требований: совмещать выполнение полевых защитных и противоэрозионных функций, обеспечивать равномерное распределение снежного покрова, снижать скорость ветра, уменьшать сток воды и смыв почвы, что и будет являться одним из факторов сохранения плодородия почвы [2].

Исследования проводились в лесной полосе, расположенной на середине склона с уклоном α 0,5° в верхней части до 5° в нижней. Лесная полоса состоит из двух рядов тополя и канавы в междурядье с валом по нижней опушке.

Образцы почвы отбирались в слое 0–40 см в конце вегетации сельскохозяйственной культуры, в нашем случае озимой пшеницы, вверх и вниз по склону от лесной полосы в точках определения урожайности. В почве определяли подвижные формы фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) (по Чирикову), а также общий гумус (по Тюрину) (таблица 1).

Анализируя результаты исследований, представленные в таблице 1, можно сделать выводы, что почва содержит достаточное, но неравномерное количество питательных веществ, доступных для растений. Под влиянием лесной полосы с валом и канавой содержание подвижного фосфора выше и ниже лесной полосы в горизонте 0–40 см изменяется от среднего до повышенного (6,4–14,1 мг/100 г почвы).

Таблица 1 – Влияние лесных полос на плодородие почвы

Показатели плодородия почвы	Контроль	Место определения										Среднее по склону	
		Выше ЛП (расстояние м)					Ниже ЛП (расстояние, м)					Выше ЛП	Ниже ЛП
		108	50	25	10	5	5	10	25	50	108		
K_2O , мг/100 гр	10,15	12,1	12,1	12,6	13,0	14,8	13,2	14,9	11,9	11,4	12,0	12,9	12,7
P_2O_5 мг/100 гр	16,2	7,5	6,4	6,5	8,1	12,4	14,1	13,3	9,9	9,8	10,2	8,2	11,5
Общий гумус, %	5,38	5,51	5,73	5,57	5,86	5,86	5,20	5,68	5,31	5,02	5,53	5,71	5,35
pH	5,8	5,0	5,1	5,3	5,1	5,3	5,7	5,6	5,5	6,3	5,5	5,2	5,7
Урожайность озимой пшеницы, ц/га	38,2	41,9	46,6	45,3	36,5	30,6	31,2	34,0	46,0	49,5	39,4	40,2	40,0

В почвах ниже и выше лесной полосы на расстоянии 5 м высокое содержание фосфора (12,4–4,1 мг/100 г почвы), а на расстоянии от 25 до 108 м оно падает до 6,4 мг/100 г почвы. Средние показатели по склону колеблются от 8,2 выше лесной полосы и до 11,5 мг/100 г почвы ниже лесной полосы. Хорошее и в достаточном количестве фосфорное питание не только повышает урожай сельскохозяйственных культур, но и улучшает его качество.

Содержание калия, в отличие от фосфора, колеблется в узком диапазоне от 11,4–14,9 мг/100 г почвы, что говорит о достаточно высоком его содержании. В целом прилегающий склон на котором расположена лесная полоса, обеспечен обменным калием равно-

мерно, исключая повышение в зоне непосредственного влияния лесной полосы на расстоянии 5 и 10 м от неё, где фон K_2O в почве достигает 14,9 мг/100 г почвы.

Рассматривая показатели по содержанию гумуса в почве можно отметить положительное влияние лесной полосы на плодородие почвы. По степени кислотности почвы в зоне влияния лесополосы изменяются от слабокислых до нейтральных.

Известно, что с атмосферными осадками в почву поступает значительное количество различных химических веществ. Установлено, что зимние осадки характеризуются большей минерализацией по сравнению с летними. Вверх и вниз по склону на расстоянии 5, 10 м от лесной полосы в зимнее время образуются снежные шлейфы высотой от 40 до 100 см, что увеличивает поступление фосфора и калия в почву, и еще один из факторов повышения плодородия почвы – это накопление листового опада в этой зоне [3].

Совокупность всех этих факторов говорит о положительном влиянии на урожайность сельскохозяйственных культур. Так, в нашем случае на склоне, защищенном лесной полосой, урожай озимой пшеницы на 2 ц/га выше, чем на контроле. Это лишнее раз доказывает, насколько эффективны защитные лесные насаждения на сельскохозяйственных землях, которые являются важным элементом системы адаптивно-ландшафтного земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брескина Г. М. Почвенные показатели чернозема в зависимости от степени антропогенной нагрузки / Г. М. Брескина // Аграрная наука сельскому хозяйству : сб. докл. международ. науч.-практ. конф. 7–8 февраля 2017 г. Кн. 2 – Барнаул : РИО Алтайского ГАУС, 2017. – С. 402–404.

2. Демидов В. В. Миграция химических веществ со стоком талых вод / В. В. Демидов // Сб. докл. науч.-практ. конференции. ВНИИЗиЗПЭ. – Курск : ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2007. – С. 353–356.

3. Подлесных И. В. Влияние распределения побочной продукции и листового опада на динамику содержания гумуса в черноземных почвах / И. В. Подлесных, Т. Я. Зарудная, С. В. Надеин // Сб. докл. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В. В. Докучаева». – Курск : ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. – С. 252–256.

УДК 631.452(574.25)

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В АГРОЛАНДШАФТАХ НА ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВАХ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Обезинская Эвелина Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Республика Казахстан, г. Щучинск, evelina.51@mail.ru

Эбель Андрей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Республика Казахстан, г. Щучинск

Дудина Наталья Николаевна, старший преподаватель, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Республика Казахстан, г. Щучинск

Рациональное использование сельскохозяйственных земель является актуальным вопросом для Республики Казахстан. При современном истощительном характере землепользования, усилении деграционных процессов возрастает роль защитных лесных насаждений (ЗЛН) в сохранении почвенного покрова, повышении его плодородия.

Ключевые слова: защитные лесные полосы, деграция, почва, плодородие, урожайность

THE INFLUENCE OF FOREST BELTS ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS AND PRODUCTIVITY OF AGRICULTURAL CROPS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES DEGRADED SOILS OF PAVLODAR REGION

Obezinskaya E. V., Ebel A. B., Dudina H. H.

Rational use of agricultural land is a topical issue for the Republic of Kazakhstan. The role of protective forest plantations in the conservation of soil, enhancement its fertility increases at modern unsustainable land use, strengthening of degradation processes.

Key words: protective forest strips, degradation, soil, fertility, yield.

В статье приводятся результаты исследования, целью которых было изучение влияния защитных лесных полос на уровень плодородия почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Щербактинского района Павлодарской области, в подзоне сухих степей, где пахотные почвы являются потенциально опасными в эродированном отношении. Климат в области резко континентальный, с пылевыми бурями летом и сильными ветрами зимой, с резкими колебаниями температуры в течение суток. Рельеф в основном плоский и слабоволнистый. Сочетание сухости воздуха с высокими скоростями ветра и малым количеством осадков вызывает сильное иссушение верхнего слоя почвы и приводит к возникновению пыльных бурь. Пыльные бури в области периодически повторяются с апреля по октябрь включительно, причем вероятность возникновения бурь наибольшая в мае и июне (20–25 %), наименьшая в октябре.

Актуальность исследования заключается в том, что в результате интенсивного использования почвенного покрова Республики Казахстан, в районах земледелия страны без учета агроэкологического потенциала территории произошло значительное снижение почвенного плодородия. На фоне усилившегося негативного воздействия природных и антропогенных факторов процесс деградации и опустынивания усугубляется нерациональной организацией территории землепользования, несоблюдением противоэрозионных мероприятий. В связи с этим появилась необходимость защиты почвенного покрова от деградационных процессов.

Материал и методы исследования. Опыты проводились в период с 2015 по 2017 г. на полях Крестьянского хозяйства "Пискарев". Объектом исследования являлись защитные трехрядные лесные полосы продуваемой конструкции, расположенные с юго-востока на северо-запад на расстоянии 150–200 м друг от друга, размещение 1,5 x 3,5 м. Средняя высота древостоя в посадках из сосны обыкновенной – 10,5 м (рисунок). Фитопатологическое состояние насаждений хорошее. В районе лесополос на поле были выделены учётные площадки площадью 10 м² с наветренной и заветренной сторон на расстоянии 50, 100 м от лесополос. Кроме того, на удалении 500 м от лесополос были заложены контрольные площадки, которые не попадали под влияние лесного насаждения. Почвенные образцы для анализа отбирали в соответствии с ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб.



Рисунок – Система защитных лесных полос из сосны обыкновенной в Крестьянском хозяйстве "Пискарев"

Темно-каштановые супесчаные почвы хозяйства характеризуются сравнительно благоприятными водно-физическими свойствами. Объемный вес культурного пахотного слоя этих почв составляет 1,2–1,4 г/см³. При объемном весе 1,0–1,1 г/см³ пашня уплотнена, 1,3–1,4 г/см³ – пашня сильно уплотнена. Объемный вес культурного пахотного слоя на полях, находящихся в системе защитных лесных полос, равен 1,0–1,2 г/см³, на контроле 1,2–1,4 г/см³.

Порозность, или скважность почвы, – это объем всех пор между твердыми частицами почвы и ее агрегатами, выраженный в процентах от общего объема почвы. По данным Н. А. Качинского, порозность 55–65 % характеризует пашню как культурную, 50–55 % – удовлетворительную и менее 50 % – неудовлетворительную. Для супесчаной культурной почвы порозность равна 45–50 %. На исследуемой территории общая скважность колеблется в пределах 47–55, на контроле – менее 48 %.

По результатам агрохимического обследования почв сельскохозяйственного пользования выявлено, что признаков засоленности в темно-каштановых почвах не обнаружено. Общая щелочность варьирует в пределах 0,01–0,02 % и возрастает только в карбонатных горизонтах. В составе поглощенных оснований темно-каштановых супесчаных почв преобладает кальций (до 65 % от суммы обменных оснований), содержание поглощенного натрия колеблется в пределах от 1 до 4 % от суммы обменных оснований и, следовательно, не достигает величин, характерных для солонцеватых почв.

Исследованиями установлено, что содержание гумуса в слое почвы 0–30 см под лесным насаждением находилось в пределах 1,74–2,78 %. Это на 54,0–74,5 % больше, чем в пахотном слое контрольного участка открытого поля (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние защитных лесных полос на содержание гумуса в профиле (%)

Горизонты	Лесополоса		Контроль (участок открытого поля)
	Наветренная сторона	Заветренная сторона	
0–10	2,78	2,38	2,07
11–20	1,82	1,84	1,13
21–30	1,74	1,94	1,02

Данные, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о том, что полезащитные полосы оказали положительное влияние на рост пшеницы и составляющие ее структурные элементы у сорта яровой пшеницы Памяти Азиева. Урожайность пшеницы, размещенной в районе полезащитной лесополосы, в среднем на 11,2 % выше по сравнению с контрольным участком и защищенным лесополосой полем. В районе лесополосы увеличились показатели: средняя высота растения на 22,9 %, масса зерна с колоса и масса 1000 зерен – на 20,0, густота стеблестоя на 22,0 %.

Таблица 2 – Урожайность и количественные показатели пшеницы у сорта яровой пшеницы Памяти Азиева

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Высота растения, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Густота стеблестоя, шт./м ² (К)
Лесополоса						
Контроль	9,9	91,9	22,5	0,540	24,0	183
Контроль (участок открытого поля)						
Контроль	8,9	74,8	22,5	0,450	20,0	150
По сравнению с контролем, %	11,2	22,9	-	20,0	20,0	22,0

Выводы.

1. Темно-каштановые супесчаные почвы хозяйства характеризуются сравнительно благоприятными водно-физическими свойствами.
2. Почвенный покров территории, прилегающей к лесополосе, имеет плотность на 20,0 %, меньше, чем на контрольном участке. При этом пористость почвы возрастает на 14,5 %, а содержание гумуса в ней – на 54,0–74,5 %.
3. Урожайность пшеницы, размещенной в районе полезащитной лесополосы, в среднем на 11,2 % выше по сравнению с контрольным участком.

СЕКЦИЯ 9

СОВМЕЩЕННЫЕ ПОСЕВЫ КАК ВАЖНЫЙ СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В АГРОЛАНДШАФТАХ

УДК 631.582:631.671

ПРИЁМЫ СНИЖЕНИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ В КОРМОВЫХ СЕВОБОРОТАХ НА ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЁМЕ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Галеев Рамиль Фарисович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий сектором СибНИИ кормов СФНЦА РАН, *Россия*, г. Новосибирск

Шашкова Ольга Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник сектора СибНИИ кормов СФНЦА РАН, *Россия*, г. Новосибирск, 630501, *Россия*, Новосибирская область, пос. Краснообск, *onklin@mail.ru*

Показана возможность снижения водопотребления растений в кормовых севооборотах на выщелоченном черноземе условиях лесостепной зоны Западной Сибири при внесении минеральных удобрений в злаковый севооборот, использовании совмещённых посевов злаковых и бобовых культур, внесении удобрений в севооборот с совмещёнными посевами. За годы исследований все приёмы оказали достоверное влияние на снижение коэффициентов водопотребления кормовых культур в севооборотах. Внесение удобрений в злаковый севооборот снижает коэффициент водопотребления в среднем по севообороту в 1,5–1,7, использование совмещённых посевов – в 1,3–1,6, использование совмещённых посевов на фоне удобрений – в 1,4–1,7 раза.

Ключевые слова: кормовой севооборот, запасы продуктивной влаги, совмещённые посевы, бобовый компонент, минеральные удобрения, продуктивность, расход почвенной влаги, коэффициент водопотребления.

RECEPTIONS OF DECREASE IN WATER CONSUMPTION IN FODDER CROP ROTATION ON THE LEADED CHERNOZEM OF WOOD-STEPPE ZONE OF WESTERN SIBERIA

Galeev R. P., Shashkova O. N.

The article shows the possibility of reducing water consumption in forage crop rotations in the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia using the following methods: fertilizer system for cereal crop rotation, use of combined crops of cereals and legumes, fertilizer system in crop rotation with combined crops. During the years of research, all techniques showed a significant decrease in the water consumption ratios of fodder crops in crop rotations. The fertilizer system of the cereal crop rotation reduces the water consumption ratio by an average of 1.5–1.7 for the crop rotation, the use of combined crops by 1.3–1.6 times, the use of combined crops against the background of fertilizers by 1.4–1.7 times.

Key words: fodder crop rotation, productive moisture, combined crops, bean component, mineral fertilizers, productivity, soil moisture consumption, water consumption ratio.

В условиях лесостепной зоны Западной Сибири влага относится к одному из лимитирующих факторов формирования урожайности кормовых культур. Нестабильность урожая кормовых культур в нашей зоне обусловлена не только недостаточным увлажнением в течение вегетационного периода, но и неблагоприятным её распределением особенно в критические периоды роста и развития растений. Потребность растений в воде возникает с первых дней жизни и продолжается в течение всего периода роста и развития. Поэтому изучение приёмов рационального использования влаги атмосферных осадков и продуктивной влаги из почвы имеют актуальное значение [3, 6, 7, 8, 9].

Цель исследований – изучение влияния минеральных удобрений, совмещённых посевов злаковых и бобовых культур на снижение водопотребления растений в кормовых севооборотах на выщелоченном чернозёме лесостепной зоны Западной Сибири.

Условия и методика исследований. Исследования проводили в 2008–2018 гг. на опытном поле СибНИИ кормов СФНЦА РАН, расположенном в центрально–лесостепном Приобском агроландшафтном районе Новосибирской области. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. По климатическим ресурсам – это умеренно теплый, недостаточно увлажненный агроландшафтный район. Гидротермический коэффициент по Селянину за вегетационный период составляет 1,0–1,2 [1].

Агрометеорологические условия в 1-ю ротацию: благоприятными были 2008–2010 гг., вегетационные периоды 2011–2012 гг. характеризовались как очень жаркие и сухие с недобором осадков, 2013 г. был холодным и дождливым. Во 2-ю ротацию все годы в целом были более благоприятными по температурному режиму и влагообеспеченности для возделывания кормовых культур.

В стационарном опыте изучали влияние систематического применения минеральных удобрений и подсева бобового компонента на водопотребление культур в шестипольном кормовом севообороте. В контрольном севообороте все поля были засеяны злаковыми культурами: однолетние травы (овёс) с подсевом костреца безостого, три поля костреца безостого, зернофуражные (ячмень) и силосные культуры (кукуруза). В злаково-бобовом севообороте в каждое поле подсеивали бобовый компонент: однолетние травы (овёс + вика) с подсевом костреца безостого и люцерны, три поля костреца безостого с люцерной, зернофуражные (ячмень + горох) и силосные культуры (кукуруза + бобы кормовые).

Дозы удобрений и нормы высева культур определены с учётом ранее проведенных исследований в СибНИИ кормов. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру, фосфорного – простой суперфосфат. Под однолетние травы, зернофуражные и силосные культуры весной под предпосевную культивацию вносили удобрения в дозе $N_{60}P_{20}$, при подсеивании бобового компонента ее уменьшали до $N_{30}P_{20}$. В посевах костреца безостого весной через 10–15 дней после начала отрастания вносили азотные удобрения в дозе N_{60} , костреца безостого с люцерной – N_{30} . Фосфорные удобрения (P_{80}) на четыре года жизни многолетних трав вносили в почву осенью после уборки силосных культур под основную обработку.

Нормы высева зернофуражных культур в двухкомпонентных смесях установлены по результатам ранее проведенных исследований. Они составили для ячменя – 70 % от полной нормы в чистом виде, гороха – 40 %, покровных культур (овёс + вика) – 50 % от полной нормы, люцерны – 8 кг/га, костреца безостого – 15 кг/га. Совместные посевы кукурузы с бобами кормовыми высевали через рядок с размещением на 1 погонном метре рядка 10 всхожих семян кукурузы и 20 бобов кормовых. Исследования проводили по общепринятым методикам [5, 10]. Влажность почвы определяли на двух несмежных повторениях опыта термостатно-весовым методом. Расчёт запасов продуктивной влаги осуществляли по разности между общими запасами и содержанием недоступной для растений воды с учётом максимальной гигроскопичности и объёмной массы почвы [2].

В опыте возделывали районированные сорта сельскохозяйственных культур сибирской селекции. Агротехника в опыте общепринятая для зоны. Общая площадь делянки 252 м², учётная площадь – 126 м², повторность вариантов трёхкратная. Рельеф опытного участка равнинный, отсутствует боковой приток воды, почвенный профиль не подвержен влиянию грунтовых вод, поэтому общее водопотребление, или влагообеспеченность кормовых культур складывается из осадков периода их вегетации и расхода продуктивной влаги из почвы в слое 0–100 см к моменту уборки.

Результаты исследований. В среднем за годы исследований, как в 1-ю, так и во 2-ю ротацию, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной между севооборотами существенно не различались. Они были в 1-ю ротацию недостаточными и варьировали от 110 до 117 мм, во 2-ю ротацию хорошими – 151–155 мм различия между севооборотами не-

достоверны (таблица 1). Отсутствие различий по вариантам объясняется осадками, выпавшими в осенне-зимний период и погодными условиями при таянии снега.

К уборке запасы продуктивной влаги в почве в метровом слое снижаются, вследствие её расхода на формирование биомассы возделываемых культур. Севообороты с совмещёнными посевами (43 мм в 1-ю ротацию и 73 мм во 2-ю ротацию) сильнее иссушают профиль почвы, чем злаковый севооборот на фоне минеральных удобрений (47 и 78 мм соответственно). Достоверного различия по содержанию продуктивной влаги между севооборотами с внесением удобрений и подсевом бобового компонента не отмечено, тогда как в контрольном севообороте как в 1-ю, так и 2-ю ротацию, запасы почвенной влаги после уборки были существенно выше.

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений и подсева бобового компонента на влагообеспеченность и продуктивность посевов в кормовых севооборотах

Севооборот	Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см, мм		Расход влаги из почвы, мм	Сумма осадков (посев–уборка), мм	Доля осадков, %	Коэффициент водопотребления, мм/т	Сбор сухой массы, т/га
	посев	уборка					
1-я ротация (2008–2013 гг.)							
Злаковый без удобрений (контроль)	117	55	62	121	68	65,0	2,82
Злаковый + удобрения	116	47	69	121	64	44,6	4,34
Злаково-бобовый без удобрений	110	43	67	124	65	49,8	3,85
Злаково-бобовый + удобрения	114	43	71	124	65	46,5	4,21
НСР ₀₅	4,6	6,4	9,1			8,0	0,55
2-я ротация (2014–2018 гг.)							
Злаковый без удобрений (контроль)	155	94	61	186	75	67,1	3,69
Злаковый + удобрения	151	78	73	186	72	39,7	6,53
Злаково-бобовый без удобрений	152	73	79	195	71	41,7	6,57
Злаково-бобовый + удобрения	151	68	83	195	70	40,2	6,91
НСР ₀₅	6,2	5,2	6,3			4,7	0,40

Изучаемые приёмы оказывают аналогичное действие на расход кормовыми культурами запасов продуктивной влаги (таблица 1). Значительную роль во влагообеспеченности растений играют атмосферные осадки. Так, в годы 2-й ротации их выпало на 30 %, больше по сравнению с 1-й ротацией, что оказало положительное влияние на продуктивность севооборотов.

Эффективность расхода воды растениями характеризует их коэффициент водопотребления, под которым понимается суммарный расход воды данной культурой на формирование единицы товарной продукции [2–4]. Установлено, что совмещённые посевы и система минеральных удобрений достоверно снизили коэффициент водопотребления, что связано в первую очередь с повышением урожайности культур и снижением испарения с поверхности почвы. В среднем за годы 2-й ротации приёмы улучшения злакового севооборота способствовали снижению коэффициента водопотребления (39,7–41,7 мм/т), что в 1,6–1,7 раза ниже контрольного севооборота (67,1 мм/т). Подсев бобового компонента и внесение удобрений создают благоприятные условия для произрастания растений, улучшается пищевой режим, наблюдается быстрое нарастание листовой поверхности, формирование густого травостоя, тем самым уменьшается испарение, сохраняя влагу для растений. Как в 1-ю, так и во 2-ю ротацию, сбор сухой массы в контрольном (злаковом) севообороте был ниже в 1,5–1,9 раза севооборотов с внесением минеральных удобрений и подсева бобового компонента.

Таким образом, в лесостепной зоне Западной Сибири такие приёмы, как внесение минеральных удобрений и применение совмещённых посевов злаковых и бобовых культур, способствуют более эффективному использованию почвенной и атмосферной влаги.

Внесение удобрений под культуры злакового севооборота снижает коэффициент водопотребления в среднем по севообороту в 1,5–1,7 раза, использование совмещённых посевов – в 1,3–1,6, использование совмещённых посевов на фоне удобрений – в 1,4–1,7 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – 156 с.
2. Василько В. П. Мелиоративное земледелие : метод. указания к лабораторным и практическим занятиям для бакалавров по направлениям «Агрономия» и «Садоводство» / В. П. Василько и др. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 95 с.
3. Влияние приёмов биологизации и химизации на водопотребление культур в кормовых севооборотах / Р. Ф. Галеев, О. Н. Шашкова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 2. Т. 48. – С 24–31.
4. Дедов А. В. Бинарные посеы с бобовыми травами / А. В. Дедов, Т. А. Кузнецова, М. А. Несмеянова // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 2(6). – С. 10–18.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов – М. : Колос, 1979. – 416 с.
6. Измestьев В. М. Влияние длительного применения минеральных удобрений на продуктивность кормовых севооборотов / В. М. Измestьев, А. К. Свечников // Аграрная наука евро-северо-востока. – 2015. – № 4. – С. 29–34.
7. Корчагина И. А. Водный режим почвы и водопотребление яровой пшеницы по группам спелости в южной лесостепи Западной Сибири / Корчагина И. А. // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 1 (14). – С. 93–99.
8. Моисеев А. Н. Оценка севооборотов по влагообеспеченности культур в условиях лесостепной зоны Зауралья [Электронный ресурс] / А. Н. Моисеев, Д. И. Ерёмин // Аграрный вестник Урала № 11 (103). – 2012. – [Элект. дан.]. – Режим доступа: // www: m. – avu. narod.ru.
9. Петрова Л. Н. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на содержание продуктивной влаги и плотность почвы в севообороте / Л. Н. Петрова, В. К. Дриггер, Е. А. Кашаев // Земледелие. – 2015. – № 5. – С. 16–18.
10. Рекомендации по проведению опытов с кормовыми севооборотами / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М., 1974. – 81 с.

УДК: 631.587 (575.3)

ВЫРАЩИВАНИЕ ТОПИНАМБУРА С ДРУГИМИ КОРМОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА

Садридинов Сайфидин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Института экономики и демографии АН РТ, Республика Таджикистан, г. Душанбе.

Партоев Курбонали, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией генетики и селекции растений Института ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ, Республика Таджикистан, г. Душанбе, pkurbonali@mail.ru

В статье информируется о том, что при выращивании топинамбура с другими кормовыми культурами (топинамбур + сорго + подсолнечник + кукуруза) значительно увеличивается выход сухого вещества с единицы площади по сравнению с чистой посадки топинамбура (на 7,57 т/га, или на 40,6 %). Также сообщается, что при совмещенном посеве четырех кормовых культур (топинамбур + сорго + подсолнечник + кукуруза) наблюдается значительное увеличение общей массы сухого вещества с гектара, и это приводит к увеличению рентабельности по сравнению с контрольным вариантом посадки топинамбура (чистая посадка) на 22,94 %, что имеет немаловажное значение в условиях развития цифровой экономики в Таджикистане в будущем.

Ключевые слова: топинамбур, подсолнечник, кукуруза, совмещенный посев, урожайность, эффективность, цифровая экономика.

THE PLANTING OF TOPINAMBURE WITH OTHERS FORAGE CROPS IN THE CONDITIONS OF TAJIKISTAN

Sadridinov S., Partoev K.

Authors of article informed, that the variant of the combined crops of four forage crops (american artichoke + sorghum +sunflower+ maize) on a solid exit exceeds pure landing american artichoke 7,57 t/hectares (40,6 %). At carrying out of the combined crops of four forage crops (american artichoke + sorghum +sunflower+ maize) is observed increases in lump of solid from hectare and it to lead to profitability increase in comparison with a control variant of landing american artichoke (pure landing) on 22,94 %, which has important in the development conditions of numeral economic.

Keywords: american artichoke, sorghum, sunflower, maize, the combined crops, productivity, efficiency, numerical economic.

Введение. Известно, что роль цифровой экономики в управлении современными социально-экономическими процессами в сельском хозяйстве имеет ключевое значение в обеспечение продовольственной безопасности в Республике Таджикистан. Дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства тесно связано с внедрением новых инновационных методов и способов в процессе возделывания сельскохозяйственных культур, что вытекает из требований цифровой экономики республики.

В настоящее время в процессе производства сельскохозяйственных продуктов установлено, что развитие сельскохозяйственной сферы производства тесно связано с эффективным использованием земель, новейших достижений науки и техники и современных технологий. Основатель национального мира и согласия, Лидер нации, Президент Республики Таджикистан уважаемый Эмомали Рахмон всегда подчеркивает что «каждая пядь пахотной земли должна быть причастна к обеспечению продовольственной безопасности страны» [4]. В связи с этим дехкане, руководители, специалисты сельскохозяйственной сферы республики должны, исчерпав все возможности, внести свой вклад в развитие агропромышленного комплекса страны, эффективно и рационально используя все существующие ресурсы, в первую очередь землю [5].

На основе сообщения многих исследователей [2, 3, 6] совмещённые посевы способствуют более эффективному использованию факторов жизни растений. В условиях Центрального и Восточного Прикавказья при использовании оросительной воды одинаковыми и совмещёнными посевами кормовых культур установлено, что в совмещённых посевах существенно уменьшился коэффициент водопотребления и увеличивалась урожайность культур [7].

Ряд ученых-аграрников Республики Таджикистан разработали и рекомендовали способы совмещённых посевов зерновых, зернобобовых и кормовых культур для повышения отдачи орошаемых земель в республике [2, 3, 6].

В наших исследованиях ставилась цель – определить экономическую эффективность совмещённой посадки топинамбура с другими кормовыми культурами в условиях Гиссарской долины Таджикистана.

Материалы и методика исследований. Опыты по определению влияния совмещённого посева четырех культур в условиях орошаемого клина провели на территории села «Мирзобек» сельсовета «Гулистон» Рудакинского района. Почва опытного участка относилась к обычным типам сероземов с тяжелым механическим составом. Предшественником была многолетняя люцерна. Осенью перед вспашкой в почву вносили фосфорные и калийные удобрения из расчёта 70 и 25 кг/га (в д. в.). На опытном участке осенью провели зяблевую вспашку на глубину 28–30 см. После проведения вспашки, через 2–3 дн при помощи культиватора КР-4 провели нарезки борозд. Высота гребня рядов составила 20–25 см. Посадку клубней топинамбура совместно с семенами сорго, подсолнечника и кукурузы проводили в середине апреля в течение 2014–2016 гг. Совмещённый посев культур провели по схеме 70 × 35 см. Делянки опыта состояли из 4-рядов с общей площадью – 2,8 м × 3,5 м = 9,8 м², по 40 растений в делянке.

Исходными материалами были следующие сорта сельскохозяйственных культур: топинамбур Интерес, Сарват, сорго Местный, подсолнечник Юбилейный и кукуруза Дилшод.

Таким образом, на одном гектаре было выращено около 41 тыс. растений топинамбура, 41 тыс. растений сорго, 41 тыс. растений подсолнечника и 41 тыс. растений кукурузы, а общее количество растений на 1 га в зависимости от вариантов опыта соответственно составило от 41 до 164 тыс. растений.

Посадку и посев посадочного материала провели весной на нарезанных вручную бороздах. Глубина посадки клубней топинамбура и посева семян сорго, подсолнечника и кукурузы составила 4–5 см. После появления всходов проверяли густоту стояния растений и, проведя прореживание части растений сорго, кукурузы и подсолнечника, в каждом гнезде оставили по одному растению сорго, подсолнечника и кукурузы с топинамбуром.

Повторность опытов трехкратная. При посадке клубней и посева семян вносили в почву 70 кг/га аммофоса и 40 кг/га аммиачной селитры (в д. в.). Во время вегетации провели одну подкормку растений из расчёта 70 кг/га аммиачной селитры (в д. в.). В течение вегетации провели шесть вегетационных поливов, с общим расходом годовой поливной нормы воды 3000 м³/га. Во время вегетации вели биометрические учёт и наблюдения за ростом и развитием растений. Зеленую массу растений скошили во второй декаде июля.

Полученный экспериментальный материал был обработан статистически по Б. А. Доспехову [3] с использованием компьютерной программы Excel.

Результаты исследований. Проведенные исследования показали, что при совмещенных посевах кормовых культур увеличивается экономическая эффективность (таблица 1).

Таблица 1– Эффективность совмещенного посева кормовых культур (по количеству сухого вещества, расчётный)

Варианты опыта	Общая биомасса, т/га	Общая сумма за биомассу, тыс. сомони/га	*Себестоимость, тыс. сомони/га	Чистая прибыль, тыс. сомони/га	Рентабельность, %
Топинамбур (контроль)	18,64	3728	1425	2303	31,13
Топинамбур + сорго	19,79	3958	1450	2508	42,19
Топинамбур + подсолнечник	20,33	4066	1450	2616	38,88
Топинамбур + кукуруза	19,11	3822	1450	2372	38,88
Топинамбур + сорго + подсолнечник + кукуруза	26,21	5242	1650	3592	54,07

*Примечание: стоимость = 18.64 т/га x 0.04 тыс. сомони x 5 часть сухого веса от зеленой массы =3728 тыс. сомони/га. Себестоимость сухого вещества 1425 тыс./сомони/га в варианте контроля и 1450–1650 в других вариантах опыта.

Из таблицы 1 видно, что при совмещенном посеве кормовых культур наблюдается увеличение общей массы сухого вещества с гектара (на 28,92–40,6 %) и это приводит к увеличению рентабельности по сравнению с контрольным вариантом посадки (топинамбур) на 7,75–22,94 %.

Таким образом, вариант совмещенного посева четырех кормовых культур (топинамбур + сорго + подсолнечник + кукуруза) по выходу сухого вещества превышает чистую посадку топинамбура на 7,57 т/га (40,6 %). При совмещенном посеве четырех кормовых культур наблюдается увеличение общей массы сухого вещества с гектара, и это приводит к увеличению рентабельности по сравнению с контрольным вариантом посадки топинамбура (чистая посадка) на 22,94 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 334 с.
2. Набиев Т. Н. Агротехнические особенности получения двух урожаев зерна в год в условиях Таджикистана : Дисс...док-ра. с.-х. наук / Т. Н. Набиев. – М., 1995. – 359 с.
3. Партоев К. Значение топинамбура в обеспечении продовольствием и горючего в Таджикистане (Ахамияти топинамбур дар таъмини озукавори ва сузишвори дар Тоҷикистон / К. Партоев, Ш. М. Ясинов Н. Х. Сайдалиев. – Душанбе, 2016. – 167с.

4. Послание Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона Парламенту Республики Таджикистан. 23.01.2015, Душанбе.

5. Садридинов С. Пути расширения эффективной системы сельского хозяйства Таджикистана / С. Садридинов // Экономика Таджикистана: стратегия развития. – 2009. – № 4. – С. 56–70.

6. Сардоров М. Н. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность совмещенных посевов люцерны со злаковыми культурами в условиях Центрального Таджикистана : Автореф. дисс. д-ра с.-х. наук. / М. Н. Сардоров – Душанбе, 1997. – С. 43.

7. Харечкин В. И. Водопотребление и продуктивность смешанных посевов на орошаемых землях Центрального и Восточного Предкавказья / В. И. Харечкин // Кормопроизводство на орошаемых землях. – Новочеркасск, 1989. – С. 12–16.

550.424.6

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОСЛЕ ОТРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Алексеевко Владимир Алексеевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный морской университет имени адмирала Ушакова», г. Новороссийск, Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Барнаул, *Россия*, vl.al.alekseenko@gmail.com

Швыдкая Наталья Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» г. Краснодар, *Россия*, pereta@mail.ru

Пузанов Александр Васильевич, доктор биологических наук, профессор, Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Барнаул, *Россия*, puzanov@iwer.ru

В работе представлены результаты изучения авторами последствий деятельности рудников на месторождениях различного генезиса и типов: телетермальные ртути – Сахалинское и Перевальное; колчеданное медно-цинковое – Урупское. Изучение техногенных ландшафтов рудников позволяет прогнозировать их дальнейшее развитие, что имеет особое значение для выработки планов и схем проведения наиболее рациональной рекультивации и последующих изменений ландшафтов рудников.

Ключевые слова: телетермальные месторождения ртути, колчеданные медно-цинковые месторождения, техногенные ландшафты, химические элементы, почвы.

ON CHANGES IN SOIL COVER AFTER REFINING ORE DEPOSITS OF MINERAL RESOURCES

Alekseenko V. A., Shvydkaya N. V., Puzanov A. V.

The paper presents the results of the study by the authors of the consequences of the mines' activities at the deposits of various genesis and types: telethermal mercury - Sakhalin and Perevalnoe; pyrite copper-zinc - Urupskoe. The study of man-made landscapes of mines allows us to predict their further development, which is of particular importance for the development of plans and schemes for the most rational reclamation and subsequent changes in the landscapes of mines.

Keywords: telethermal deposits of mercury, pyrite copper-zinc deposits, industrial landscapes, chemical elements, soils.

Территории с нарушенным в результате проведения горных работ почвенным покровом только в России составляют около 1,5 млн га [1, 2, 4, 5]. Из них более 10 % приходится на участки складирования отходов добычи полезных ископаемых. Такие участки, как правило, находятся в антропогенно освоенных регионах с достаточно развитой дорожной сетью, а следовательно, могут и должны использоваться и после отработки месторождений. Однако для этого в подавляющем большинстве случаев необходимо восстановление почвенно-

растительного покрова. В странах с высоким уровнем экономического развития, высокой плотностью населения и дефицитом сельскохозяйственных угодий приемлемы высокие затраты на восстановление почв и реконструкцию нарушенного рельефа. В странах и регионах, где такой возможности или необходимости нет, техногенная рекультивация обычно не производится. При этом считается, что за счет естественных природных процессов возможны и самоочищение, и самовосстановление ландшафтов и, в первую очередь, их почв.

Во многом ландшафтно-геохимические изменения на этапе проходки горных выработок и создания отвалов горных пород зависят от того, ведется добыча минерального сырья подземным способом (с проходкой шахт и штолен) или открытым способом (добыча из карьеров). Из рассматриваемых месторождений подземным способом обрабатывалось медно-цинковое месторождение Уруп, на ртутных месторождениях Сахалинское и Перевальное руда добывалась как из карьеров, так и из штолен.

В изучаемом регионе рекультивация почв, особенно на участках отработки рудных месторождений, практически не проводится. В связи с этим рассмотрим, как происходит процесс «самовосстановления» ландшафтно-геохимического и собственно геохимического облика участков отработки месторождений. При этом основное внимание нами уделялось почвенному покрову. Как видно из таблицы, более чем через 50 лет после отработки рудных месторождений среднее содержание ряда химических элементов в почвах участков, включающих карьеры и отвалы открытых и подземных выработок, весьма существенно отличается от кларков почв Земли и средних концентрацией в Северо-Кавказской геохимической провинции (таблица). Так, на Урупском месторождении значительно повышено среднее содержание Ag, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Zn. Значительная часть этих металлов входит в состав руд. Повышению концентраций рассматриваемых элементов в почвах способствует образование за счет окисления широко развитого пирита серной кислоты, усиливающей переход в раствор элементов при растворении минералов руд и вмещающих пород. Об этом свидетельствуют и колебания средних содержаний металлов в почвах на отдельных участках Урупского месторождения.

Таблица – Средние содержания ($n \cdot 10^{-3} \%$) ряда химических элементов в почвах, формирующихся под воздействием отработки ртутных и медно-цинковых месторождений

№	Ag	Ba	Co	Cr	Cu	Ge	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	Sr	Ti	V	W	Zn
Кларк почв Земли *																	
1	0,05	50	0,8	20,0	2,0	0,5	3,0	85	0,2	4,0	1,0	1,0	30	460	10,0	-	5,0
Почвы лесных ландшафтов Северо-Западного Кавказа**																	
2	0,01± 0,001	68,6± 5,8	2,1± 0,1	13,7± 1,4	5,8± 0,5	0,26	5,2	146,8± 30,1	0,25± 0,04	4,9± 0,3	4,3± 0,2	0,43± 0,03	33,3± 2,7	584,0± 39,0	14,3± 1,4	0,26	13,8± 1,7
Колчеданное (медно-цинковое) месторождение Урупское (Карачаево-Черкесская Республика)																	
3	<u>0,15-</u> <u>1,0</u> <u>0,5</u>	<u>60,0-</u> <u>60,0</u> <u>60,0</u>	<u>2,0-</u> <u>10,0</u> <u>5,0</u>	<u>1,0-</u> <u>20,0</u> <u>12</u>	<u>30,0-</u> <u>1000</u> <u>146,6</u>	<u>0,1-</u> <u>0,2</u> <u>0,16</u>	<u>4,0-</u> <u>6,0</u> <u>5,3</u>	<u>100,0-</u> <u>150,0</u> <u>116,6</u>	<u>1,0-</u> <u>5,0</u> <u>2,5</u>	<u>1,0-</u> <u>20,0</u> <u>9,0</u>	<u>5,0-</u> <u>20,0</u> <u>10,3</u>	<u>0,5-</u> <u>1,0</u> <u>0,7</u>	<u>15,0-</u> <u>40,0</u> <u>28,3</u>	<u>200,0-</u> <u>500,0</u> <u>400</u>	<u>6,0-</u> <u>20,0</u> <u>15,3</u>	<u>0,1-</u> <u>0,5</u> <u>0,36</u>	<u>40,0-</u> <u>500,0</u> <u>95,5</u>
Ртутное месторождение Перевальное (Краснодарский край, Туапсинский район)																	
4	<u>0,02-</u> <u>0,03</u> <u>0,02</u>	<u>55-</u> <u>100</u> <u>73,5</u>	<u>1,8-</u> <u>3,0</u> <u>2,5</u>	<u>10,0</u> <u>12,0</u> <u>10,5</u>	<u>5,0-</u> <u>6,5</u> <u>5,7</u>	<u>0,2-</u> <u>0,4</u> <u>0,4</u>	<u>5,0-</u> <u>60,0</u> <u>5,7</u>	<u>70,0-</u> <u>103,0</u> <u>87,7</u>	<u>0,2-</u> <u>0,3</u> <u>0,2</u>	<u>5,0-</u> <u>6,0</u> <u>5,4</u>	<u>3,0-</u> <u>4,0</u> <u>3,4</u>	<u>0,5-</u> <u>0,7</u> <u>0,6</u>	<u>40,0-</u> <u>50,0</u> <u>46,3</u>	<u>400,0-</u> <u>550,0</u> <u>487,5</u>	<u>10,0-</u> <u>16,5</u> <u>14,1</u>	<u>0,3-</u> <u>0,5</u> <u>0,4</u>	<u>15,0-</u> <u>16,5</u> <u>15,5</u>
Ртутное месторождение Сахалинское (Краснодарский край, Абинский район)																	
5	<u>0,01-</u> <u>0,02</u> <u>0,02</u>	<u>50,0-</u> <u>70,0</u> <u>60,0</u>	<u>2,0-</u> <u>2,5</u> <u>2,4</u>	<u>12,5</u> <u>15,0</u> <u>13,7</u>	<u>8,0-</u> <u>8,0</u> <u>8,0</u>	<u>0,5-</u> <u>0,5</u> <u>0,5</u>	н/д	<u>55,0-</u> <u>80,0</u> <u>66,1</u>	<u>0,2-</u> <u>0,3</u> <u>0,2</u>	<u>5,5-</u> <u>6,8</u> <u>6,2</u>	<u>3,0-</u> <u>4,5</u> <u>3,8</u>	<u>0,4-</u> <u>0,5</u> <u>0,5</u>	н/д	<u>583,0-</u> <u>600,0</u> <u>595,8</u>	<u>15,0-</u> <u>20,0</u> <u>17,5</u>	<u>0,4-</u> <u>0,5</u> <u>0,5</u>	<u>15,0-</u> <u>20,0</u> <u>16,4</u>
Примечание: *по А. П. Виноградову, ** по В. А. Алексеенко																	

В почвах на обработанных ртутных месторождениях, по сравнению с почвами региона, число металлов с существенно повышенными концентрациями меньше. К их числу относятся Ag, Cu, W, Zn. Объясняется эта особенность геохимической характеристикой руд.

Значительное число химических элементов находится на месторождениях в аномальных, но сравнительно невысоких концентрациях. К ним в почвах на отдельных месторождениях относятся Co, Sn, Sr, W, Ba, Ge, Ni и др. Вместе с основными рудными элементами месторождений они образуют ассоциации, соответствующие ассоциациям крупных техноген-

ных аномалий. Их образование (в соответствии с законом формирования ассоциаций в техногенных аномалиях) соответствует уровню развития науки и техники в период их возникновения [3]. Приведенная информация позволяет считать, что после отработки месторождений повышенное содержание ряда металлов в почвах сохраняется без проведения специальной рекультивации на десятки, а вероятно, сотни и, возможно, тысячи лет.

С отработкой рудных месторождений связаны и такие ландшафтно-геохимические преобразования, как изменение геоморфологической обстановки и почвенно-растительного покрова, приводящее в итоге к изменению биологического круговорота химических элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко В. А. О ландшафтно-геохимических особенностях районов обрабатываемых рудных месторождений / В. А. Алексеенко, Н. В. Швыдкая, А. В. Пузанов // Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах : III Междунар. школа-семинар для молодых исследователей, г. Тюмень, 23–28 апреля 2018 г. – С. 27–48.

2. Алексеенко В. А. Некоторые биогеохимические и геоботанические особенности территории Урупского медно-цинкового колчеданного месторождения на Северном Кавказе / В. А. Алексеенко, Н. В. Швыдкая, А. В. Пузанов, Г. П. Писаренко // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем : Сб. материалов Междунар. науч. конф., посвященной памяти профессора А. И. Золотухина и 85-летию Балашовского института СГУ, Балашов, 17–18 мая 2018 – С. 60–63.

3. Алексеенко В. А. Основы экологической геохимии: термины, понятия, законы / В. А. Алексеенко, Т. В. Жуйкова, Н. В. Швыдкая. – Нижний Тагил : Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2019. – 336 с.

4. Alekseenko V. A. Natural Restoration of Mining Influenced Soils in the Northwestern Caucasus, Russia / V. A. Alekseenko, N. V. Shvydkaya, S. B. Yashchinin // In: Bech J., Bini C., Pashkevich M.A. (eds.), Assessment, Restoration and Reclamation of Mining Influenced Soils, Elsevier Inc. – 2017. – P. 275–296. – <https://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-809588-1.00010-4>

5. Alekseenko V. A. Metallisation and environmental management of mining site soils / V. A. Alekseenko, M. A. Pashkevich, A. V. Alekseenko // Journal of Geochemical Exploration. – 2017. – № 174. – P. 121–127.

Научное издание

Коллектив авторов

ОТХОДЫ, ПРИЧИНЫ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Сборник статей

Статьи представлены в авторской редакции

Дизайн обложки – Н. П. Лиханская

Подписано в печать 01.03.2019. Формат 60 × 84 ¹/₈.

Усл. печ. л. – 76,2. Уч. изд. л. – 44,8.

Тираж 50 экз. Заказ № 85.

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13