

RYBNOE HOZYAJSTVO (FISHERIES)

No 01/2021

Scientific and commercial
journal of the Federal Agency
for Fisheries

Founded in 1920.

Six issues per year.



**FOUNDER
OF THE JOURNAL:**
The Central Department
for Fisheries Regulation
and Norms

The Head of the Editorial Board:
Shestakov I.V. – Deputy of minister of
agriculture, head of the Federal Agency
for Fisheries

**Deputy of the Head
of the Editorial Board:**
Kolonchin K.V. – PhD, head of Russian Research
Institute of Fisheries and Oceanography

Secretary of the Editorial Board:
Philippova S.G. – editor-in-chief of Fishery
journal

Members of the Editorial Board:
Andreev M.P., Doctor of Sciences - deputy
of the head of Atlantic branch of Russian
Research Institute of Fisheries and
Oceanography
Bagrov A.M. – Corresponding Member of RAS,
Doctor of Science (Biology), Professor
Bekyashev K.A. – Doctor of Science (Law),
Professor, advisor of the head of the Federal
Agency for Fisheries
Bubunets E.V. – Doctor of Science (Agriculture),
the Central Department for Fisheries Regulation
and Norms
Kharenko E.N. – Doctor of Sciences (Technical),
head of laboratory in Russian Research Institute
of Fisheries and Oceanography
Khatuntsov A.V. – PhD (Economics), head
of the Central Department for Fisheries
Regulation and Norms
Kokorev Yu.I. – PhD (Economics), Professor,
Astrakhan State Technical University
Mezenova O.P. – Doctor of Sciences, Professor,
Honoured worker of fisheries, Kaliningrad State
Technical University
Mörsel Jörg-Thomas – Doctor of Sciences,
Professor - UBF GmbH, Germany
Ostroumov S.A. – Doctor of Sciences (Biology),
Moscow State University, Biological faculty
Pavlov D.S. – RAS academic, Doctor of Science
(Biology), scientific director of Institute
of Ecology and Evolution Problems, head
of the Ichthyology department in Moscow
State University
Rozenshtein M.M. – Doctor of Science
(Technical), Professor, head of laboratory
in Kaliningrad State Technical University
Smirnov A. A. – doctor of biological Sciences,
FEDERAL state budgetary scientific institution
«VNIRO»
Zhigin A.V. – Doctor of Science (Agriculture),
Russian Research Institute of Fisheries and
Oceanography
Zilanov V.K. – PhD (Biology), member
of the International Academy of Ecology
and Life Protection Sciences, Professor, the
honored doctor of Moscow State Technical
University, head of “Sevryba” Executives board

FISHERIES EDUCATION

- 4 Kuzmina S.V.**
Professional competencies
as a key factor
of competitiveness of specialists
in the labor market

ECOLOGY

- 8 Hagenuk N.D.,
Martyniuk E.G., Ignatov G.N.**
Ecological characteristics
of ringed seals in the Kara sea
- 11 Sadchikov A.P., Ostroumov S.A.**
Biological factors of water quality
in a mesotrophic ecosystem

ECONOMY

- 20 Sukhodolov A.P.,
Fedotov A.P.,
Makarov M.M.,
Anoshko P. A.,
Kolesnikova A.V.,
Sukhodolov Ya.A., Sorokina P G.**
Ecological-legal and economic
features of the development
of the Small Sea fishing area
of Baikal

LEGAL AFFAIRS

- 27 Bekyashev K.A.,
Bekyashev D.K.**
Russia has ratified the FAO
Agreement on Port State
Measures to Combat IUU Fishing
in 2009

BIOLOGICAL RESOURCES AND FISHERIES

- 34 Antonov N.P., Kuznetsova E.N.**
Dynamics of catch of the main
commercial fish species in the
seas of the Far East
- 42 Glazunova G.F., Galanin I.F.,
Gaifutdinova I.F., Safina S.F.,
Smirnov A.A., Andreeva T.V.,
Kuznetsov V.V.**
The current state of the silver
bream *Blicca bjoerkna* (Linneus,
1758) in the upper part of the
Volga stretch of the Kuibyshev
Water Reservoir

INLAND RESERVOIR

- 47 Zolotukhin S.F., Shcherbovich
I.V.** Maximum mass of Siberian
taimen *Hucho taimen* (Pallas)
in the area
- 52 Bykov A.D.** The Results of the
fisheries research Shaturskaya
group of lakes
- 61 Mukhachev I.S.** Innovative
technologies of pasture lake fish
farming in the Trans-Urals

AQUACULTURE

- 70 Dokina O.B., Krasilnikova A.A.,
Kovalev K.V., Pronina N.D.**
Cryopreservation of salmon-like
fish sperm: current state and
prospects

MARICULTURE

- 82 Gavrilova G.S., Sukhin I.Yu.**
Perspective objects of mariculture
of Primorye

FISHING EQUIPMENT AND FLEET

- 94 Naumov V.A., Velikanov N.L.**
Characteristics of water-ring
compressor machines of vacuum
fish-pumping units
- 99 Telyatnik O.V.** Alternative
to modern salmon fishing gear

TECHNOLOGY

- 103 Konopleva E.P.,
Abramova L.S.,
Gershunskaya V.V.,
Arnautov M.V.**
Development of parameters
for salting Pacific herring
fillets for baby food
- 108 Guliyev R.A., Burlakov I.A.,
Volkova I.V., Melyakina E.I.,
Kryuchkov V.N.**
Biochemical composition
of the liver and muscles
of cyprinid fish
- 112 Krivonos O.N.,
Dolganova N.V.,
Bogomolova V.V.**
Determination of the shelf life
of frozen culinary products
from the goby of Azov
with the use of Sous Vide
technology

№ 01/2021

Научно-практический
и производственный журнал
Федерального агентства
по рыболовству

Основан в 1920 году

Выходит 6 раз в год

Учредитель журнала:

**ФГБУ «ЦУРЭН»**

Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Центральное управление
по рыбохозяйственной экспертизе
и нормативам по сохранению,
воспроизводству водных биологических
ресурсов и акклиматизации»

Председатель Редакционного Совета:
Шестаков И.В. – заместитель министра
сельского хозяйства, руководитель
Росрыболовства

**Заместитель Председателя
Редакционного Совета:**

Колончин К.В. – кандидат экономических
наук, директор Всероссийского научно-иссле-
довательского института рыбного хозяйства
и океанографии (ВНИРО)

Секретарь Редакционного Совета:
Филиппова С.Г. – главный
редактор журнала «Рыбное хозяйство»

Члены Редакционного Совета:

Андреев М.П. – доктор технических наук,
заместитель директора Атлантического
филиала ФГБНУ «ВНИРО» (АтлантНИРО)
Багров А.М. – член-корреспондент РАН,
доктор биологических наук, профессор
Бекашев К.А. – доктор юридических наук,
профессор, советник Руководителя
Росрыболовства
Бубунец Э.В. – доктор сельскохозяйственных
наук, ФГБУ «ЦУРЭН»
Жигин А.В. – доктор сельскохозяйственных
наук, ФГБНУ «ВНИРО»
Зиланов В.К. – кандидат биологических
наук, действительный член МАНЭБ, про-
фессор, почетный доктор ФГБОУ ВО «МГТУ»,
председатель КС «Севрыба»
Кокорев Ю.И. – кандидат экономических
наук, профессор ФГБОУ ВО «АГТУ»
Мезенова О.П. – доктор технических наук,
профессор, Почетный работник рыбного
хозяйства, ФГБОУ ВО «КГТУ»
Мерсель Йорг-Томас – доктор технических
наук, профессор научно-исследовательской
лаборатории (UBF GmH), Алтландсберг, ФРГ
Остроумов С.А. – доктор биологических
наук, МГУ имени М.В. Ломоносова,
Биологический факультет
Павлов Д.С. – академик РАН, доктор биоло-
гических наук, научный руководитель ФГБУН
«ИПЭЭ РАН», заведующий кафедрой ихтиоло-
гии МГУ им. М.В. Ломоносова
Розенштейн М.М. – доктор технических
наук, профессор, заведующий лабораторией,
ФГБОУ ВО «КГТУ»
Смирнов А.А. – доктор биологических наук,
ФГБНУ «ВНИРО»
Харенко Е.Н. – доктор технических наук,
Заместитель директора по научной работе,
ФГБНУ «ВНИРО»
Хатунцов А.В. – канд. экономических наук,
начальник ФГБУ «ЦУРЭН»

НАД ВЫПУСКОМ РАБОТАЛИ:

Главный редактор: Филиппова С.Г.

Редактор: Бобырев П.А.

Менеджер по рекламе: Маркова Д.Г.

Верстка: Козина М.Д.

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 4 Кузьмина С.В.** Профессиональные компетенции, как ключевой фактор конкурентоспособности специалистов на рынке труда

ЭКОЛОГИЯ

- 8 Гайденок Н.Д., Мартынюк Е.Г., Огнетов Г.Н.** Экологическая характеристика кольчатой нерпы Карского моря
- 11 Садчиков А.П., Остроумов С.А.** Биологические факторы качества воды в мезотрофной экосистеме

ЭКОНОМИКА

- 20 Суходолов А.П., Федотов А.П., Макаров М.М., Аношко П.А., Колесникова А.В., Суходолов Я.А., Сорокина П.Г.** Эколого-правовые и экономические особенности развития Маломорского рыбопромыслового района Байкала

ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

- 27 Бекашев К.А., Бекашев Д.К.** Россия ратифицировала Соглашение ФАО о мерах государства порта по борьбе с ННН рыбным промыслом 2009 года

БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ

- 34 Антонов Н.П., Кузнецова Е.Н.** Динамика вылова основных промысловых видов рыб в морях Дальнего Востока
- 42 Глазунова Г.Ф., Галанин И.Ф., Гайфутдинова И.Ф., Сафина С.Ф., Смирнов А.А., Андреева Т.В., Кузнецов В.В.** Современное состояние густеры *Blicca bjoerkna* (Linneus, 1758) верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища

ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ

- 47 Золотухин С.Ф., Щербович И.В.** Максимальная масса тайменя сибирского *Hucho taimen* (Pallas) в ареале
- 52 Быков А.Д.** Результаты рыбохозяйственных исследований Шатурской группы озер
- 61 Мухачев И.С.** Инновационные технологии пастбищного озерного рыбоводства Зауралья

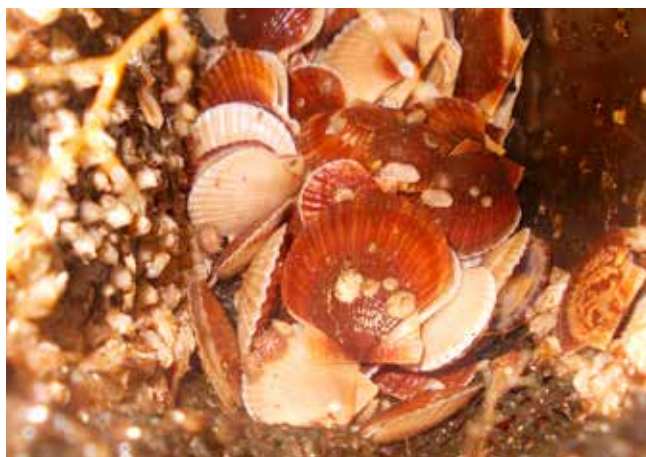


АКВАКУЛЬТУРА И ВОСПРОИЗВОДСТВО

- 70** Докина О.Б., Красильникова А.А., Ковалев К.В., Пронина Н.Д. Кримоконсервация спермы лососеобразных рыб: современное состояние и перспективы

МАРИКУЛЬТУРА

- 82** Гаврилова Г.С., Сухин И.Ю. Перспективные объекты марикультуры Приморья

**ТЕХНИКА РЫБОЛОВСТВА И ФЛОТ**

- 94** Наумов В.А., Великанов Н.Л. Характеристики водокольцевых компрессорных машин вакуумных рыбонасосных установок
- 99** Телятник О.В. Альтернатива современным лососёвым орудиям лова

ТЕХНОЛОГИЯ

- 103** Коноплева Е.П., Абрамова Л.С., Гершунская В.В., Арнаутков М.В. Разработка параметров посола филе сельди тихоокеанской для детского питания
- 108** Гулиев Р.А., Бурлаков И.А., Волкова И.В., Мелякина Э.И., Крючков В.Н. Биохимический состав печени и мышц карповых рыб
- 112** Кривонос О.Н., Долганова Н.В., Богомолова В.В. Определение срока годности замороженных кулинарных изделий из бычка азовского с применением технологии Sous Vide

Уважаемые авторы!

Все публикуемые статьи имеют DOI. Просьба при ссылках указывать идентификатор статьи и журнала. Это повышает рейтинг издания и автора.

Журнал «Рыбное хозяйство» выходит один раз в два месяца (6 выпусков в год) на русском языке с англоязычными рефератами и списком литературных источников.

Подписку на журнал можно оформить как через подписные агентства, так и через редакцию. При оформлении через редакцию, в любой временной период года, возможно получение всех вышедших номеров (№№1-6).

На сайте журнала fisheriesjournal.ru есть вся необходимая информация, там представлены номера за текущий год, а также – архив выпусков за предыдущие годы в полном объеме.

Все статьи, предоставленные для публикации, направляются на рецензирование. Не принятые к опубликованию статьи не возвращаются. При перепечатке ссылка на «Рыбное хозяйство» обязательна. Мнение редакции не всегда совпадает с позицией авторов публикаций.

Ответственность за достоверность изложенных в публикациях фактов и правильность цитат несут авторы. За достоверность информации в рекламных материалах отвечает рекламодатель. Редакция оставляет за собой право, в отдельных случаях, изменять периодичность выхода и объем издания.

Журнал «Рыбное хозяйство» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-48529 от 13.02.2012

Цена – свободная
Тираж – от 500 экз.

Подписной индекс журнала: 73343, 11116

Подписано в печать: 07.12.2020. Формат: 60x88 1/8

Адрес редакции: 125009, Москва, Большой Кисловский пер., д. 10, стр. 1.

Тел./факс: 495-699-99-00. Тел. 495-699-87-11

E-mail: svetlana-filippova@yandex.ru; rh-1920@mail.ru

© ФГБУ «ЦУРЭН», 2016

The magazine «Rybnnoe hoziaystvo» (“Fisheries”) is published once every two months (6 issues per year) in Russian with English-language abstracts and a list of literary sources. All articles, submitted for publishing, should undergo the reviewing procedure. We do not return the declined articles. The reference for «Rybnnoe hoziaystvo» (“Fisheries”) journal is necessary when reproduced. The position of the Editorial Board may not coincide to the position of authors. Authors are responsible for recited facts and quotations correctness. The advertiser is responsible for the reliability of advertising material. The editorial Board reserves the right to change the periodicity of issues publishing. You can subscribe to the magazine either through subscription agencies or through the editorial office. When registering through the editorial office, in any time period of the year, you can get all published issues (#1-6). On the website of the magazine fisheriesjournal.ru you can get all the necessary information, there are numbers for the current year, as well as an archive of issues for previous years in full.

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Контур», Россия, Московская обл., г. Москва, ул. Большая Академическая, дом №4 пом. IV, корпус 1, оф.3. тел.: 8 (8332) 228-297.

Профессиональные компетенции, как ключевой фактор конкурентоспособности специалистов на рынке труда

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-4-7

Канд. социол. наук,
доцент **С.В. Кузьмина** –
Дальневосточный
государственный
технический
рыбохозяйственный
университет (ФГБОУ
ВО «Дальрыбвтуз»),
г. Владивосток, Россия

@ kuz_s.v@bk.ru

Ключевые слова:
профессиональные
компетенции,
трудоустройство,
мотивационные
предпочтения,
профессиональные качества
выпускников

Keywords:
professional competencies,
employment, motivational
preferences, professional
qualities of graduates

PROFESSIONAL COMPETENCIES AS A KEY FACTOR IN THE COMPETITIVENESS OF SPECIALISTS IN THE LABOR MARKET

Candidate of Social Sciences, Associate Professor **S.V. Kuzmina** – Far Eastern State Technical Fisheries University (FSBEI VO "Dalrybvtuz"), Vladivostok, Russia, kuz_s.v@bk.ru

The article considers the factors of formation of professional competencies of university graduates and their influence on the construction of personal trajectories of professional activity of young specialists in the labor market.

В статье рассмотрены факторы формирования профессиональных компетенций выпускников вуза и их влияние на построение личных траекторий профессиональной деятельности молодых специалистов на рынке труда.

В последнее время отмечаются ускоренные темпы мирового развития, что обусловило переход развитых стран к информационному обществу, усилению конкуренции, сокращению сферы применения неквалифицированного труда, росту процессов глобализации. Эти процессы оказывают значительное влияние на развитие рыбохозяйственной отрасли России, которая играет важнейшую роль в экономике страны. Во-первых, она обеспечивает многие регионы (включая Дальневосточный) рабочей силой; во-вторых, играет значительную роль в сельскохозяйственной деятельности, снабжая её специальными кормовыми добавками (рыбий жир, рыбная мука) для птицевод-

ства и скотоводства, а также для удобрений; в-третьих, рыбная отрасль вносит существенный вклад в ВРП регионов и в ВВП России.

В настоящее время рыбохозяйственная отрасль находится на этапе перехода на инновационный путь развития, что оказывает большое влияние на профессиональную подготовку специалистов высшей школы.

При этом, одной из важных проблем современного вуза становится переосмысление роли преподавателя в организации учебного процесса и применении им инновационных технологий обучения для формирования у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, способ-

ствующих успешному вхождению в трудовую деятельность. Таким образом, образовательная подготовка специалистов нуждается в активном привлечении студентов в процесс их профессионального становления и самоорганизации с использованием новых образовательных технологий и готовностью студентов решать сложные научные и инженерно-технические задачи. Однако на практике выпускники высшей школы не всегда способны реализовать подобные задачи [4]. Для конкурентоспособности молодого специалиста на современном рынке труда необходим достаточный уровень профессиональной подготовки, способность адаптироваться к условиям конкретной производственной среды, к принятию новых решений, способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития в течение всей жизни. Безусловно, происходящие изменения в сфере производства и бизнеса накладывают на молодого специалиста широкий круг профессиональной ответственности, активный поиск взаимодействия с руководителем, ответственность за собственное профессиональное развитие.

Данная проблематика получила свое подтверждение в рамках социологического исследования по формированию профессиональных компетенций выпускников Дальрыбвтуза.

Исследование проводилось в сентябре-ноябре 2019 г. и феврале-марте 2020 года. **Объектом** исследования стали выпускники Дальрыбвтуза в количестве 250 человек. Из них 46% – юноши и 54% – девушки, при этом 82% выпускников закончили бакалавриат и 18% – магистратуру.

Предметом исследования выступили факторы формирования профессиональных компетенций выпускников Дальрыбвтуза.

Цель исследования: изучить факторы формирования профессиональных компетенций выпускников Дальрыбвтуза и их влияние на последующее трудоустройство. Данная цель предопределила решение следующих **задач**:

1. Выявить факторы, влияющие на успешное трудоустройство выпускников;
2. Проанализировать профессиональные планы выпускников относительно трудоустройства;
3. Изучить профессиональные цели выпускников;
4. Выявить мотивационные предпочтения в выборе потенциального места работы;
5. Проанализировать источники получения информации о будущей работе.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

К основным факторам, влияющим, по мнению выпускников Дальрыбвтуза, на будущее трудоустройство можно отнести опыт работы (78%) и активную коммуникативную способность молодого специалиста (70%). При этом 44% респондентов считают желательным условием успешного трудоустройства наличие связей в профессиональной среде и высокий уровень образования (40%). Каждый пятый выпускник уделяет внимание личному обаянию и удаче (по 20% соответственно). При этом практически все выпускники считают не значимым престиж вуза (92%). Получается, что на успешное трудоустройство влияют опыт работы, активная жизненная позиция, отчасти

наличие связей в профессиональной среде, хороший уровень образования и личное обаяние (рис. 1).

Неопределенность жизненных планов, связанных с будущей профессиональной деятельностью, свойственна большинству выпускников Дальрыбвтуза (84%). По мнению автора, многие из них столкнутся с трудностями на рынке труда, если им не будет оказана соответствующая помощь в сфере жизненного самоопределения и построения личной траектории профессионального роста ещё в стенах вуза. Хочется отметить, что 2/3 выпускников, имея смутные представления о будущем трудоустройстве, не обращались за содействием в Центр по трудоустройству Дальрыбвтуза. Возникает некоторый мезальянс работы Центра по трудоустройству и желаниями выпускников. Определились с будущим местом работы 16% респондентов. Профессиональная позиция 58% выпускников остается без изменения, они планируют работать по выбранным в вузе направлениям. При этом 8% точно заявляют, что пойдут работать не по специальности и 34% затрудняются ответить где будут работать (рис. 2) [4].

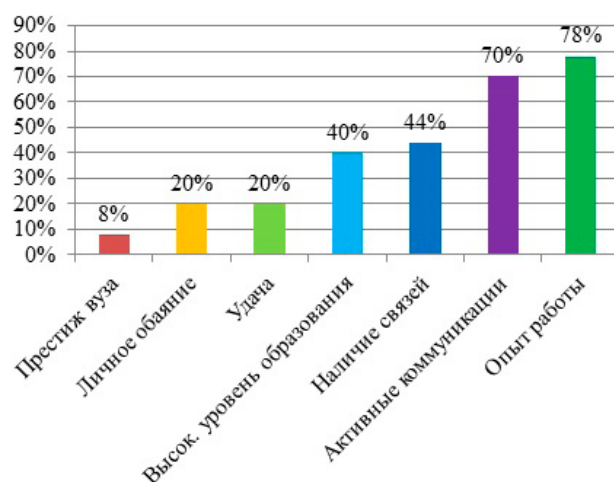


Рисунок 1. Факторы, влияющие на успешное трудоустройство

Figure 1. Factors influencing successful employment

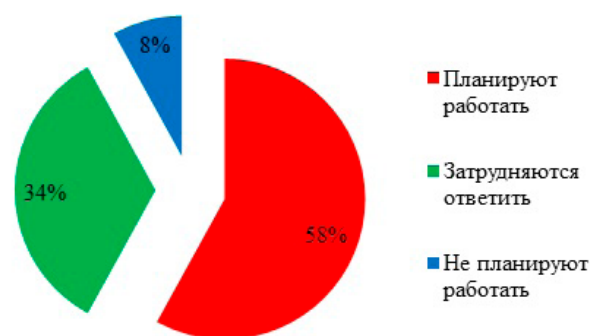


Рисунок 2. Планы выпускников относительно будущей работы по специальности

Figure 2. Graduate plans for future work in the specialty

Что касается профессионального и личностного роста специалиста, то во многом он зависит от самосознания личности, которое составляет представление о себе как профессионале, о результатах труда, о своей профессиональной позиции. На этой основе формируется положительное отношение к профессиональной деятельности. Это объясняет необходимость изучения представлений студентов о своих профессиональных целях, качествах, мотивационных предпочтениях. Исследование показало, что 94% выпускников поставили на первое место материальное благополучие, 83% – построение успешной карьеры, 72% – отмечают самореализацию в профессиональной деятельности. При этом духовно-нравственные цели значимы лишь для четвертой части респондентов (26% – хотят принести пользу обществу; 23% – добиться признания и известности).

Безусловно, профессиональные позиции специалиста выражаются в личностных установках через проявления в трудовой деятельности, отношения в коллективе. 83% выпускников готовы проявлять в профессиональной сфере ответственность; 71% – инициативу; 48% – принимать самостоятельные решения. Однако, выпускники Дальрыбвтуза осознают, что профессиональная деятельность требует не только активного проявления в труде, но и характеристики пассивного плана: дисциплинированность демонстрируют 66%; исполнительность – 54%. При этом основная доля выпускников не стремится к независимости (21%), безотказности в поручениях (16%), четкому следованию инструкции (11%). В целом можно сказать, что среди выпускников преобладает тенденция активной профессиональной позиции с принятием ответственности за себя и своё будущее.

Эффективность профессиональной самореализации зависит от наличия в структуре личности выпускников Дальрыбвтуза профессиональных качеств, которые могут выступать в качестве общих характеристик, определяющих уровень социально-экономической зрелости, готовности к самостоятельной трудовой деятельности и, вместе с тем, имеют свою индивидуальность в каждом отдельном случае.

Исследование показало, что основная доля выпускников отмечает ответственность (75%) и трудо-

любие (63%), как наиболее значимые качества профессиональной деятельности. Каждый третий выпускник считает, что для успешного трудоустройства и закрепления на рабочем месте специалист должен обладать работоспособностью и исполнительностью. Если говорить о качествах, относящихся к интеллектуальной развитости выпускников, то большинство выборов выпало на долю знания своего дела (57%), при этом самыми незначимыми оказались: широта кругозора (11%) и любознательность (8%). Данный выбор показывает одну из проблем высшего профессионального образования, указывающий на упрощенное понимание личности профессионала, «урезанного» до узких функций специалиста в определенной области деятельности, который не может (не хочет) грамотно взаимодействовать со смежными профессиями из-за отсутствия широты кругозора и любознательности.

Все эти качества очень важны и взаимосвязаны между собой, что показывает высокий уровень ответственности выпускников и их готовность продемонстрировать адаптивную модель к профессиональной деятельности.

При этом, личностные качества выпускников, отражающие сущность их характеров, были отнесены к второстепенным качествам: интеллект – 43%, креативность – 38%, лидерство – 32%, сообразительность – 36%, предприимчивость – 27%, порядочность – 28%.

В итоге представленные выпускниками выборы профессионально значимых качеств позволяют разбить их на три условные группы:

- 1) очень значимые качества выбрали 65% респондентов (трудолюбие, ответственность, знание своего дела);
- 2) значимые качества отметили 60% респондентов (работоспособность, исполнительность, дисциплинированность);
- 3) второстепенные качества отметили 34%.

Удивителен тот факт, что интеллектуальная развитость попала в последнюю группу, что может говорить о том, что в современном российском обществе совсем не обязательно проявлять свой ум и эрудицию для достижения успеха в жизни.

В то же время, готовность выпускников Дальрыбвтуза проявлять адаптивную модель профессионального поведения ориентирует их на готовые приказы, распоряжения, инструкции и нормы, которые постепенно закрепляются в деятельности в виде готовых образцов и шаблонов. Такой молодой специалист будет хорошим исполнителем, но не стоит ждать от него инициативных предложений. В нем движут два мощных потока: внешние требования к профессиональной деятельности и возможность соответствовать этим требованиям, подавляя свои взгляды, интересы, потребности и прикладывая усилия для успешного вхождения в профессию, построения карьеры и достижения высокого социального статуса и материального благополучия.

В своем профессиональном становлении такой специалист проходит три этапа: адаптация, профессионализация, стагнация [5]. Вместе с тем, в рамках исследования автор выяснил общие и частные требования, предъявляемые к труду, которые определяют мотивацию респондентов.



Рисунок 3. Мотивационные предпочтения выпускников в выборе будущего места работы

Figure 3. Motivational preferences of graduates in choosing a future place of work

Проблема мотивации трудовой деятельности раскрыта в трудах А.И. Зеличенко, Н.С. Пряжников, А.Г. Шмелева [6].

При анализе мотивационных предпочтений выпускников Дальрыбвтуза было выявлено четыре группы предпочтений.

Первая группа: материально-техническое обеспечение труда. Для 76% респондентов достойная заработная плата играет ведущую роль при выборе места работы, при этом больше половины отметили значимость оплаты сверхурочного времени и премий за успехи в работе. 54% выпускников ориентируются на возможность карьерного роста, 48% – готовы регулярно повышать квалификацию при финансовой поддержке предприятия. Каждый второй респондент ждет современного технического оснащения рабочего места.

Вторая группа: социально-психологический климат в коллективе. 67% выпускников ожидают дружескую атмосферу в коллективе, взаимовыручку и поддержку коллег – 45%, возможность комбинировать профессиональную и личную жизнь – 52%, а также чувствовать поддержку руководства.

Третья группа: репутация предприятия на рынке труда. Показатели данной группы не превышали 50% выборов респондентов и отвечали среднему и низкому уровню значимости. Интересуются репутацией предприятия 24% респондентов, финансовым положением – 38%, для 18% – значимо место расположения предприятия, наличие социального пакета отметили 46%.

Четвертая группа: возможность самореализации личности. Каждый третий респондент отмечает возможность профессионального обучения, повышения по служебной лестнице, 28% интересуется гибкий график работы или работа «на удалении», 23% – возможность в полной мере использовать право на отдых, 16% – возможность работы за границей (рис. 3).

При анализе мотивационных предпочтений выпускников Дальрыбвтуза в выборе потенциального места работы и способов получения информации о вакансиях оказалось, что большинство (68%) респондентов узнают информацию от друзей и семьи, 54% – от знакомых на предприятиях, 48% – из интернета и СМИ. При этом практически не играют роли в трудоустройстве выпускников Центр трудоустройства вуза и ярмарки вакансий.

Однако каждый второй выпускник выразил готовность узнать о потенциальном рабочем месте через презентацию предприятий, а также через Центр практик и трудоустройства Дальрыбвтуза. Выпускники хотели бы меньше пользоваться информацией от семьи, друзей и знакомых в организации.

ВЫВОДЫ

1. Большинство выпускников Дальрыбвтуза достаточно туманно строят свои жизненные планы относительно будущей профессиональной деятельности, что может столкнуть их с трудностями при трудоустройстве, если им не будет оказана соответствующая социально-психологическая и профессионально-личностная помощь в области жизненного самоопределения ещё в стенах вуза.

2. Анализ выборов выпускников относительно своих профессиональных целей выявил, что основ-

ная масса предпочитает материальное благополучие, построение карьеры и самореализацию в профессиональной деятельности, что характеризует прагматические и индивидуально-личностные ценности, свойственные современному российскому обществу.

3. Исследование показало, что большинство респондентов отмечают основными профессиональными качествами в трудовой сфере ответственность, инициативу, дисциплинированность и исполнительность.

4. Доминирующими мотивационными предпочтениями выпускников Дальрыбвтуза являются: достойная заработная плата; благоприятный социально-психологический климат в коллективе; наличие социального пакета на предприятии.

5. Основными источниками получения информации о потенциальном месте работы выпускники отмечают: от друзей и семьи, от знакомых на предприятиях, из интернета и СМИ. Предпочитают же выпускники узнавать о потенциальном рабочем месте через презентацию предприятий и Центр практик и трудоустройства Дальрыбвтуза, что позволяет осознать необходимость совершенствования работы Центра по трудоустройству.

6. В итоге можно говорить о необходимости подготовки и внедрения системы профессионально-психологического консультирования студентов Дальрыбвтуза.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Асмолов А.Г. О приоритетах государственной образовательной политики России / А.Г. Асмолов // Российский психологический журнал – 2005. – Т.2. – №2 – С. 72-83.
1. Asmolov A. G. On the priorities of the state educational policy of Russia / A. G. Asmolov // Russian Psychological Journal-2005. – Vol. 2. 2-pp. 72-83.
2. Карпукhin О.И. Молодежь России: особенности социализации и самоопределения – Электронный ресурс – Режим доступа из URL: <http://studlib.ru/article/a-84.html> (дата обращения 18.10.2019)
2. Karpukhin O. I. Youth of Russia: features of socialization and self-determination-Electronic resource-Access mode from URL: <http://studlib.ru/article/a-84.html> (accessed 18.10.2019)
3. Кузьмина С.В., Прилуцкая Е.К. Применение новых образовательных технологий в изучении гуманитарных дисциплин в вузе // «Рыбное хозяйство» – 2019. – №3 – С.22-26.
3. Kuzmina S. V., Prilutskaia E. K. Application of new educational technologies in the study of humanities in higher education // "Fish farming" – 2019. – No. 3-p. 22-26.
4. Кузьмина С.В. Оценка качества образовательного процесса выпускниками Дальрыбвтуза // материалы Международной научно-технической конференции: «Актуальные проблемы развития судоходства и транспорта в Азиатско-Тихоокеанском регионе» – 2019. – С.110-116
4. Kuzmina S. V. Assessment of the quality of the educational process.-nicknames of rybvtuz // proceedings of the International Scientific and Technical Conference: "Actual problems of Shipping and Transport Development in the Asia-Pacific Region" – 2019. – С. 110-116
5. Митина Л.М. Профессиональное и личностное развитие человека в новых социально-экономических условиях / Л.М. Митина // Вопросы психологии – 1996г. – №4. – С. 28-38.
5. Mitina L. M. Professional and personal development of a person in new socio-economic conditions / L. M. Mitina // Voprosy psikhologii – 1996g. – No. 4. – p. 28-38.
6. Пряжников Н.С. Психология труда и человеческого достоинства: учебное пособие/ Н.С. Пряжников, Е.Ю. Пряжникова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 430с.
6. Pryazhnikov N. S. Psikhologiya truda i chelovecheskogo dignity: textbook / N. S. Pryazhnikov, E. Yu. Pryazhnikova. – M.: Publishing Center "Academy", 2003. – 430c.

Экологическая характеристика кольчатой нерпы Карского моря

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-8-15

Д-р биол. наук, профессор
Н.Д. Гайденок – Сибирский
 федеральный университет;
Е.Г. Мартынюк; канд. биол. наук
Г.Н. Огнетов – г. Красноярск

@ ndgay@mail.ru

Ключевые слова:

Карское море, кольчатая нерпа, численность, распределение, миграции, демографические и трофоэнергетические показатели

Keywords:

Kara Sea, ringed seal, abundance, distribution, migrations, demographic and trophoenergy indicators

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE RINGED SEAL OF THE KARA SEA

Dr. Biol. Sciences, Professor **N. D. Hagenuk** Siberian Federal University;
E. G. Martynyuk; PhD. Biol. Sciences **G. N. Ognetov** – Krasnoyarsk, ndgay@mail.ru

The quantitative distribution and features of the migration of ringed seals in the Kara Sea are analyzed. An estimate of the abundance, demographic and trophoenergetic indicators is obtained.

ВВЕДЕНИЕ

Кольчатая нерпа (КН) – один из предтерминальных хищников в морях Арктики. Она отличается от других ластоногих и китообразных и не совершает протяженных миграций, а, в основном, занимает прибрежные акватории материка и морских островов, в отличие от морского зайца, занимающего районы открытого моря. В данном экотопе КН – хищник III порядка и основными ее врагами в природе являются полярная акула, белый медведь и наземные хищники, включая ворон, которые наносят большой урон белькам, расклеывая pupовину.

Распределена нерпа вдоль арктического побережья циркумполярно, но населяет территорию в пределах своего ареала крайне неравномерно: име-

ются участки, где она образует разной величины пятна, где особи встречаются рассеянно или единично, либо совсем отсутствуют, т.е. размещение вида в пространстве носит мозаичный характер [9; 14; 16; 18; 23-26; 29; 33; 35; 36].

В связи с этой задачей данного исследования является получение количественных оценок численности, демографических и трофоэнергетических показателей кольчатой нерпы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве методов получения количественных оценок численности использовался авиаучет и ледовые наблюдения, с участием лаек, и анализ литературных данных по экологическим исследованиям нерпы в аналогичных экотопах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Здесь материал представлен по ряду разделов, которые рассмотрим в классическом порядке.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Кольчатая нерпа (рис. 1, 2) является постоянным обитателем припайной области Карского моря (рис 2) в открытом море вдали от берегов практически отсутствует. В связи с этим она наиболее многочисленна в южной части Карского моря.

Считается, что в ледовый период молодые животные, не участвующие в размножении, а также, по-видимому, частично и самцы держатся за пределами неподвижного припая, среди полыней, разводий и дрейфующего льда [14; 34; 35].

По мнению В.А. Потелова [26], неполовозрелые животные и взрослые самцы живут под ровным припаем и под торосистым льдом различной толщины. Наши материалы контрольного лова в Белом море, в Карском и Восточно-Сибирском морях показывают, что в зоне неподвижного припая в основном живут беременные самки, участвующие в спаривании самцы и самки с новорожденными детенышами. Основная масса молодых животных (один год и старше), самок и самцов, не принимающих участия в размножении, придерживается, как справедливо полагал К.К. Чапский [14; 33], кромки неподвижных льдов, а также разводий, полыней и дрейфующих льдов [18].

Такое использование нерпой акватории морей указывает на то, что причины неоднородности в занятости территории заключаются не только в смене времен года, но определяются и комплексом потребностей, обусловленных внешними условиями, так как взаимодействие со средой – одно из основных свойств живого организма. Для выполнения своих потребностей у нерпы выработался такой годовой ритм жизни, в котором физиологические потребности организма привязаны к определенному периоду времени и конкретной территории.

Распространение кольчатой нерпы южной части Карского моря довольно широко: от Заприпайной Полыни до Усть-Порта. Однако, согласно [14; 15; 16], ее наблюдали в среднем течении р. Енисей у п. Верхнеимбатское. Такие случаи единичных заходов довольно известное явление для молодых особей ластоногих и китообразных.

При исследовании Гыда – Ямо С.П. Наумов [16] приводит следующие данные: «В Гыдоям до То Нгаево; в р. Хассейн-то, оз. Ямбу-то (пос. Гыда); по р. Юрибей на 100 км вверх».

Если в XIX в. нерпа была обычна для средней и южной дельты Енисея, встречалась у Усть-Порта (~ 70° с.ш.), то в настоящее время она распространена ниже 72° с.ш. (рис. 3). Причиной этому служит ледокольная трасса, проходящая по районам щенки.

Проанализировано количественное распределение и особенности миграций кольчатой нерпы в Карском море. Получены показатели оценки численности, демографические и трофоэнергетические.

ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ

Данному вопросу посвящены работы [2; 5; 17, 18; 19; 23; 25; 28; 31]. Характеризуя распространение нерпы в Гыданском заливе Г.В. Стариков [31] приводит следующие величины численности кольчатой нерпы: «Учет кольчатой нерпы в июне 1984 и 1985 гг. показал, что кольчатая нерпа встречается здесь повсеместно. С продвижением на север численность кольчатой нерпы возрастает. Наибольшая численность кольчатой нерпы отмечена в северной трети залива. Здесь сосредоточены основные запасы зверя (60%). На поперечных разрезах от одного берега до другого насчитывается от 30-40 до 80-120 штук. Выделить акватории, занимаемые зверями каких-либо возрастных групп, не удалось. Однако по восточному побережью залива самки с нерпятами встречались чаще, чем в других местах... Общая численность кольчатой нерпы на всей



Рисунок 1. Кольчатая нерпа, взрослая особь
Figure 1. Ringed seal, adult



Рисунок 2. Кольчатая нерпа, белек
Figure 2. Ringed seal, belek

Таблица 1. Оценка численности кольчатой нерпы /
Table 1. Estimation of the number of ringed seals

Регион	Площадь, Ккм ²	Плотность, шт./км ²	Числен. Кшт.	Особенности распространения
Обско-Тазовская губа и Гыданский залив	54,5	0,75	13,4	На юге до 70020'
Енисейский залив, горло, губа	10,9	0,5	5,4	В настоящее время на юге до 7100'. Ранее до 700
От 70030' линии о. Белый – о. Свердруп – м. Михайлова	142,3	0,348	49,5	
Линия о. Кирова – о. Изв. ЦК – о. Свердруп	130	0,23	29,3	
Вся акватория Карского моря	885	0,163	141-144	

Таблица 2. Численность кольчатой нерпы /
Table 2. Number of ringed seals

Регион	Численность, шт./км ²	Источник
Баренцево море	Печорский р-он	1,2
	Хайпудырская губа	2,0
	Обская губа	0,75
	Гыда – Ямо	1,25
Карское море	Енисейский р-он	0,5
	Пясинский р-он	0,9
	Стерлиговский р-он	0,3
	68.30 N, 67.00 W	2,57
Канадская Арктика 1966-1969 гг	65.30 N, 62.30 W	1,90
	65.30 N, 66.00 W	1,45
		[36, 37]

акватории Гыданского залива, по результатам двухразовой авиасъемки, оценивается в 12-15 тыс. штук... Распределение кольчатой нерпы по акватории неравномерно и определяется типом льда».

В работе [23] приводится: «В разгар залежек в проливе Вилькицкого (вторая половина июня) в 10-километровой береговой полосе ле-

жало от 0,4 до 8 шт./км² гладкого льда. Лежат или одиночками, или группами по 6-8 штук».

Численность кольчатой нерпы в залежках может достигать еще больших величин [18; 23; 25; 29]: «Из видов морского зверя промысловое значение имеет серая нерпа, которая в массовом количестве наблюдалась в июне на льду припая южной трети восточного побережья острова. Протяжение залежи равнялось 18 км. Поголовный подсчет залежавшей нерпы (у трещин и лазок и на кромке льда) на участке в 4 км² равнялся 600». По всей вероятности, кольчатая нерпа мигрировала сюда из близлежащих акваторий.

Близкие сведения приводит Е.Г. Мартынюк [17] по распространению кольчатой нерпы в Карском море и Обь-Енисейском районе (табл. 1).

В качестве сравнительных величин приведем оценки численности кольчатой нерпы в регионах (табл. 2).

В работе [5] приводятся сведения по особенностям распределения кольчатой нерпы на припае вдоль Заприпайной Полыньи: «В феврале морской заяц и кольчатая нерпа встречались на участке маршрута от кромки льда до о. Белый, при средней плотности залежки около 1 ос/100 км²... В апреле морской заяц и кольчатая нерпа отмечены на всем отрезке пути от кромки льда до Енисейского залива при средней плотности 2 и 0,6, max 26

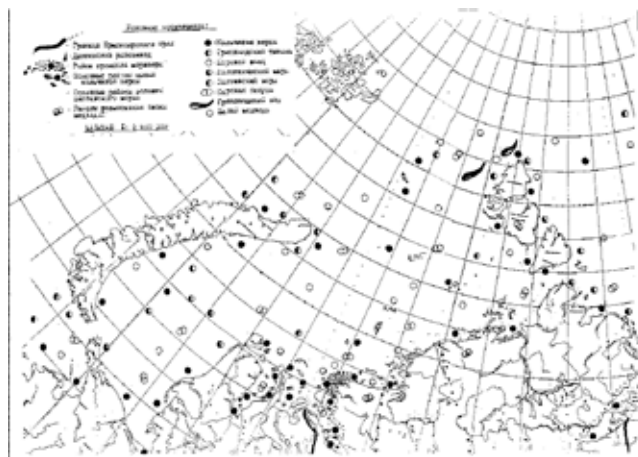


Рисунок 3. Распределение морских млекопитающих в Карском море [17]

Figure 3. Distribution of marine mammals in the Kara Sea [17]

и 4. Наибольшая плотность морского зайца и кольчатой нерпы отмечена между о. Шокальского и устьем Енисейского залива».

Если принять за оценку длины протяженности берегов островов и материка Карского моря при масштабе 1 мм = 3,6 км (в силу типичной фрактальной природы, длина побережья зависит от масштаба) величину 5904 км, из которых на восточное побережье Новой Земли приходится 936 км; о. Вайгач – о. Белый – 1098 км; о. Белый – о. Шокальского 810 км; о. Шокальского – о. Олений – 540 км; о. Олений – о. Диксон – 882 км; о. Диксон – м. Челюскин – 954 км; Западное побережье островов Северной Земли – 594 км, тогда средняя плотность кольчатой нерпы в прибрежной полосе шириной 20 км (средняя полуширина Губ и Заливов) составит 1,19 шт./км². При этом, естественно, порядка 80% численности кольчатой нерпы находится в губах и заливах южной части Карского моря.

БИОЛОГИЯ

В работе [9] сообщается: «Нерпа – мелкий тюлень. Зоологическая длина – 120-150 см (max – 170), новорожденных – 55-65 см. Вес взрослых – до 80 кг, новорожденных – до 3,5-5 кг (рис 2, 3). Длина взрослых – 131 см. Обхват – 81 см.

Подо льдом нерпа живет до середины мая. Лишь щенные самки в конце февраля-начале марта расширяют одну из отдушин, чтобы в снежном забое устроить логовище. В марте здесь рождается белек. Первое время он питается исключительно материнским молоком. Лактация длится до середины мая, иногда до июня. К этому моменту, под действием весеннего тепла, крыши логовищ и отдушин обваливаются, и нерпа появляется на поверхности льда.

Во второй половине июля лед в заливе полностью распадается и у животных появляется возможность совершать длительные миграции. В это время нерпу можно видеть в больших количествах на отдельно плавающих льдинах. Здесь у животных протекает линька.

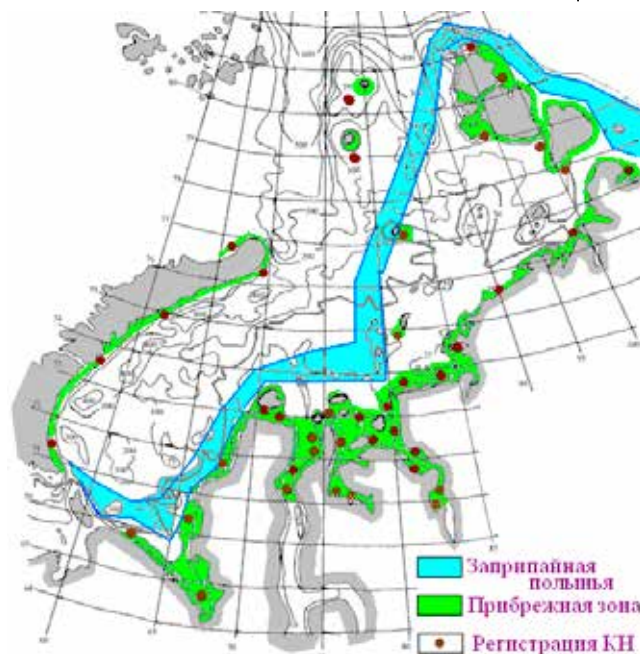


Рисунок 4. Распределение кольчатой нерпы по акватории Карского моря

Figure 4. Distribution of ringed seal in the Kara Sea

Но не только линные, но и перелинявшие звери после длительного зимнего периода часто лежат под теплыми лучами незаходящего полярного солнца».

ПИТАНИЕ

Главную пищу нерпы составляют сайка и, в значительно меньшей мере, бокоплавы. В работе [23] так характеризуется состав пищи нерпы: «...питается нерпа мелкой рыбой (сиговые, сайка, рогатка) и равноногими рачками (*Isopoda*)».

В работах [28; 31; 32] приводится характеристика трофических и миграционных особенностей нерпы Гыданского залива, некоторые из них представлены в таблице 3.

Стоит заметить, что в морях Российской Арктики обитает два вида сайки – крупная, пелагическая и мелкая – неритическая. Нерпа

Таблица 3. Миграции кольчатой нерпы в секторе «Обь – Енисей – Пясины» [28] /

Table 3. Migrations of ringed seals in the Ob – Enesey – Pyasina [28]

Сезон	Тип пищи	Миграции
Ледовый покров	Основа: ракообразные – мизиды, рыба – рогатка. Желудки некоторых нерп содержали от нескольких сотен до нескольких тысяч рачков. Вероятно, концентрации ракообразных подо льдом бывают настолько велики, что за одно раскрытие пасти животные могут ловить их десятками	Локального характера
Период распала льда	Рогатка, корюшка, ряпушка, омуль. Значительная доля ракообразных, особенно у первородков	По чистой воде от устьев рек до кромки льда
Вынос льда из залива	Нет сведений, но предположительно сайка, ибо с появлением сайки в заливе в августе сюда возвращается и кольчатая нерпа	Уходит в заприпайную полынью и далее. Преобладающее направление – север, северо-восток
Период открытой воды	Основа – сайка. Содержание ее в рационе кольчатой нерпы доходит до 91%, корюшка – 6,5%, остальные рыбы – 2,5%	Возврат в залив

Таблица 4. Рацион нерпы [13] / **Table 4.** The diet of ringed seals [13]

Возраст, мес.	Количество съеденной рыбы, кг	Вес нерпы, кг	Рацион, % веса тела в сутки
3	0,41	8,9	4,6
4	1,36	10,0	13,6
5	1,8	14,4	12,5
6	5	32,1	15,6

Таблица 5. Демография кольчатой нерпы / **Table 5.** Demographics of the ringed Sea

i		P_{fm}	P_{fem}	P_{ad}	P_{fbn}	d_i	S_i	B_i	$S_i * B_i$	$i * S_i * B_i$
N_Age	W, kg	Доля самок	Бельков/самку	Доля половозрелых	Доля рожающих	Смертность Общая	$S_i = 1 - d_i$	$B_i = P_{fm} * P_{fem} * P_{ad} * P_{fbn}$	$S_i * B_i$	$i * S_i * B_i$
0 +	5,0	0,517	0	0	0,85	0,390	1	0	0	0
1 +	16,6	0,517	0	0	0,85	0,357	0,610	0	0	0
2 +	21,8	0,517	0	0,17	0,85	0,126	0,392	0	0	0
3 +	25,6	0,517	1	0,70	0,85	0,120	0,343	0,31	0,105	0,422
4 +	28,7	0,517	1	0,93	0,85	0,100	0,302	0,41	0,123	0,616
.....										
8 +	37,7	0,517	1	1	0,85	0,050	0,231	0,44	0,102	0,914
9 +	39,5	0,517	1	1	0,85	0,055	0,220	0,44	0,096	0,965
.....										
14 +	47,0	0,517	1	1	0,85	0,344	0,089	0,44	0,039	0,585
15 +	48,3	0,517	1	1	0,85	0,395	0,058	0,44	0,026	0,410
.....										
39 +	70,6	0,517	1	1	0,85	0,542	0,00	0,44	0,000	0,003
40 +	71,3	0,517	1	1	0,85	0,992	0,00	0,44	0,000	0,001

южной части Карского моря потребляет преимущественно мелкую, прибрежную сайку.

В работе [13] исследованы количественные особенности потребления пищи кольчатой нерпой в неволе. Приводятся следующие данные: «За три месяца нерпа почти удвоила свой вес, а за 6 месяцев – утроила. Максимальный суточный рацион достигал 28%. Ввиду перекормленности нерпы, в сравнении с дикими особями, оптимальный рацион определен как 8-10%». Динамика потребления дана в таблице 3.

Для котиков в диком состоянии имеются оценки суточного рациона в 2-4 кг/сутки при весе в 40 кг, что дает в среднем 6,7%. В работе [20] суточный рацион котиков также дается 6-7% веса тела в сутки. Для каспийского тюленя в 45-55 кг дается 4,5 кг рыбы в сутки, или 8-10% в сутки [1].

ДЕМОГРАФИЯ И РАЗМНОЖЕНИЕ

Половая зрелость начинается с 5 лет (10%); в массе – с 6 лет. Наибольшее количество са-



Рисунок 5. Количественное распределение кольчатой нерпы в юго-восточной части Карского моря [2; 17].
Обозначения: 1 – 0 шт./км²;
2 0 – 0,09 шт./км²; 3 – 0,1–0,29 шт./км²;
4–0,3 – 1 шт./км²;
5 > 1 шт./км²

Figure 5. Quantitative distribution of ringed seals in the south-eastern part of the Kara Sea [2; 17]. Designations: 1–0 pcs./km²; 2 0 – 0.09 pcs./km²; 3 – 0.1–0.29 pieces/km²; 4–0.3 – 1 piece/km²; 5 > 1 piece/km²

мок активно участвует в размножении по достижении 8-летнего возраста. Существует мнение, что половозрелые самки спариваются не каждый год и имеется большой процент яловости. Беременность протекает 11 месяцев. Щенка – с февраля по апрель. Выкармливаются детеныши в снежных норах. Гон начинается еще до окончания периода лактации – с конца марта по июнь.

В работе [10] отмечено: «Смертность среди новорожденных достигает 33%. Причины – штормы, обвалы и др.». К факторам естественной смертности относятся: белый медведь, на припае – песец. На зеленцов могут нападать крупные птицы – вороны, чайки. Детальные сведения по нерпе канадской северо-восточной Арктики приводятся в [36, 37]. Демографические показатели кольчатой нерпы, определенные по этим данным, неэксплуатируемая популяция (табл. 5, 6).

ТРОФОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛЬЧАТОЙ НЕРПЫ В ОБЬ-ЕНИСЕЙСКОМ РАЙОНЕ

Для характеристики физиологических и демографических констант кольчатой нерпы были использованы следующие литературные источники: [7; 9; 10; 13; 20; 31; 37; 36; 37].

В соответствии с вышеприведенным списком работ, суточные величины физиологических и демографических параметров для кольчатой нерпы составляют: $K_2 \approx 0,008$; $U \in [0,4; 0,8]$. Годовые значения рассматриваемых параметров соответственно равны: $P_b \in [0,3; 0,6]$, $d \in [0,22; 0,34]$. Суточные значения удельного

рациона составляют $C_p \in [0,04; 0,13]$ от веса тела, при среднем 1/15.

В соответствии с разделом «Питание», основными пищевыми объектами кольчатой нерпы являются ракообразные – нектобентос и ихтиофауна (сайка, рогатка, корюшка, ряпушка, омуль). В зимний период, занимающий преобладающую часть года (ноябрь-июнь), основу рациона кольчатой нерпы, составляет нектобентос, распределение биомассы которого по акватории сектора «Обь-Енисей - Пясины» изучено еще меньше, чем кольчатой нерпы и



Рисунок 6. Распределение кольчатой нерпы в зимне-весенний период [5]

Figure 6. Distribution of ringed seals in the winter-spring period [5]

Таблица 6. Демографические показатели кольчатой нерпы /
Table 6. Demographic indicators of the ringed seal

R_0	T_g	r	λ
2,347	15,975	0,053	1,055

Таблица 7. Трофоэнергетический анализ / **Table 7.** Triphenylamine analysis

Показатели		Значение
Кольчатая нерпа	Численность, шт./км²	2
	Средний вес	40,8
	Суточный рацион, кг	5
	- 0 -, %	12,2
	Годовой рацион, кг	3600
	Среднее значение K^2	0,009
	$B_{пор}$, г_Нектобентоса/м²	3*
	Биомасса, г/м²	4
	Биомасса сверх $B_{пор}$, г/м²	1
	Годовой P_b	3,8
Нектобентос	Годовая продукция, г/м²	3,8
	Рацион г/м²/год	84,4
	Среднее значение K^2	0,3
	Средняя усвояемость НБ	0,6

* $B_{пор}$ для рыб составляет 0,15-0,31 г/м²

Таблица 8. Распределение общей биомассы зообентоса и численности кольчатой нерпы в Обь-Енисейском районе / **Table 8.** Distribution of the total biomass of zoobenthos and the number of ringed seals in the Ob-Yenisei region

Часть	Регион					
	Обская губа		Гыда-ямо		Енисейский залив	
	зообентос, г/м ²	кольчатая нерпа шт./м ²	зообентос, г/м ²	кольчатая нерпа шт./м ²	зообентос, г/м ²	кольчатая нерпа шт./м ²
Южная	5	0,1-0,3	0,5-4	<0,1	5-10	0,1
Средняя	6-15	0,3-1		0,1-0,3	24	0,5
Северная	50-100	1-2	46,7	0,3-1	50	1-2

представлено всего одним показателем, относящимся к северной части Обской губы [12].

Исходя из средних величин биомассы нектобентоса, численности и рациона кольчатой нерпы, получены следующие результаты (табл. 7).

Как видно из представленной таблицы, максимальные величины численности кольчатой нерпы, соответствующие количеству неэксплуатируемых промыслом районов, практически полностью исчерпывают продукцию нектобентоса.

Получив верхние значения численности кольчатой нерпы в секторе «Обь – Енисей – Пясина», перейдем к анализу средних показателей численности. На основании рисунка 5 получим среднее значение численности кольчатой нерпы в секторе «Обь – Енисей – Пясина», которое равно 0,82 шт./м². В качестве акватории аналога используем данные по численности КН из юго-восточной части Баренцева моря, представленные в работе [24; 25].

Здесь любопытным являются следующий факт: численность кольчатой нерпы также коррелирует с биомассой бентоса. На основании работ [2; 17; 18; 24; 25], характеризующих численность нерпы, с одной стороны, и работ, отражающих биомассу бентоса [3; 4; 6; 8; 11; 12; 17; 21; 22; 27; 30; 32; 34] – с другой, получим следующую таблицу.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бадамшин Б.И. Опыт содержания каспийского тюленя в неволе//Труды КаспНИИРО, 1959. т. 15.
1. Badamshin B. I. Experience of keeping the Caspian seal in captivity//Trudy kaspniiro, 1959. - vol. 15.
2. Болтунов А.Н., Великов С.Е., Челинцев Н.Г. Авиачет кольчатой нерпы и морского зайца в Ямало-Ненецком автономном округе в 1996 г.//Тр. Межд. конф. «Морские млекопитающие Голарктики». – Архангельск, 2000, С. 44-49
2. Boltunov A. N., Belikov S. E., Chelintsev N. G. Aviauchet kolchatoy seal and sea hare in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug in 1996/ / Tr. International Conference "Marine mammals of the Holarctic". - Arkhangelsk, 2000. - p. 44-49
3. Бурмакин Е.В. Кормовые ресурсы Гыданского залива и близлежащих водоемов// Рыбы и рыболовство в бассейне Гыданского залива: Тр. НИИПЗЖПХ. - Л. - М., 1941. - Вып. 15.- С. 159-178
3. Burmakin E. V. Feed resources gydanskyy Bay and nearby ponds// Fish and fisheries in the basin of the gydanskyy Bay: Tr. NII-PSIP. - L. - M., 1941.- Vol. 15.- P. 159-178

4. Голиков А.Н., и др. Экосистемы Новосибирского мелководья и некоторые закономерности их распределения и функционирования//Тр. ЗИН, 1990, т. 37 (50), С. 4-79.

4. Golikov A. N., et al. Ecosystems of the Novosibirsk shallow water and some regularities of their distribution and functioning//ZIN, 1990, vol. 37 (50), pp. 4-79.

5. Горяев Ю.И., Воронцов А.В. Наблюдения морского зайца, кольчатой нерпы и атлантического моржа в Карском и Баренцевом морях в зимне-весенний период 2000 г.// Тр. межд. конф. «Морские млекопитающие Голарктики». - Архангельск, 2000, С. 95-98.

5. Goryaev Yu. I., Vorontsov A.V. Observations of the sea hare, ringed seal and Atlantic walrus in the Kara and Barents Seas in the winter-spring period of 2000. - Arkhangelsk, 2000, P. 95-98.

6. Грезе В.Н. Кормовые ресурсы рыб реки Енисей и их использование//Изв. ВНИИОРПХ. - М.: Пищепромиздат, 1957. - Т. XLV (41). - 236 с.

6. In The Dream.N. Forage resources of fish of the Yenisei River and their use / / Izv. VNIIOORH. - M.: Pishchepromizdat 1957. - T. Fourteenth (41). - 236 p.

7. Гурова Л. А., Пастухов В. Д. Питание и пищевые взаимоотношения пелагических рыб и нерпы Байкала// Тр. ЛИН. - Новосибирск: Наука, 1974. - 185 с.

7. Gurova L. A., Pastukhov V. D. Nutrition and food relations of tropical fish and seals of Baikal/ / Tr. LIN. - Novosibirsk: Nauka, 1974. - 185 p.

8. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. - М.: Наука, 1963. - 740 с.

8. Zenkevich L. A. Biology of the seas of the USSR. - Moscow: Nauka, 1963. - 740 p.

9. Ивашин М.В., Попов Л.А., Цапко А.С. Морские млекопитающие. - М. 1972. - 304 с.

9. Ivashin M. V., Popov L. A., Tsapko A. S. Marine mammals. - M. 1972. - 304 p.

10. Кондаков А.А., Абылгазин Б.Б., Никитин К.В. Результаты наблюдений за серым тюленем во время щенного периода в Восточном Мурмане// Экология, биологическая продуктивность и проблемы марикультуры Баренцева моря: Тез. Докл. 2 всесоюз. Конф. – Мурманск, 1988. - С. 200-201.

10. Kondakov A. A., Abylgazin B. B., Nikitin K. V. Results of observations of the gray seal during the pup period in Eastern Murman// Ecology, biological productivity and problems of the Barents Sea mariculture: Tez. Docl. 2 all-union. Conf. - Murmansk, 1988. - pp. 200-201.

11. Криницын В.С. Особенности биологии и распределения промысловых рыб Енисейского залива//Тр. ГосНИИОРПХ. - Л., 1989. - С. 130-141.

11. The Krinitsyn, V. S. Features of biology and distribution of commercial fish of the Yenisei Bay//Tr. Gosniiorh. - L., 1989. - Pp. 130-141.

12. Кузикова В.В. Донные зооценозы Обской губы//Тр. ГосНИИОРПХ. -Л., 1989. - Вып. 305. - С. 66-74.

12. Kuzikova V. V. zoocenosis Bottom of the Gulf of Ob, Proc. Gosniiorh. - L., 1989. - Issue 305. - pp. 66-74.

13. Мишин В.Л. Рацион кормления кольчатой нерпы в неволе// Экология, биологическая продуктивность и про-

- блемы марикультуры Баренцева моря/Тез. Докл. 2 всесоюз. Конф. - Мурманск, 1988. - с. 204-205.
13. Mishin V. L. Feeding ration of ringed seal in captivity// Ecology, biological productivity and problems of mariculture of the Barents Sea/Тез. Докл. 2 all-union. Conf. - Murmansk, 1988. - pp. 204-205.
 14. Млекопитающие Советского Союза. Ластоногие и зубатые киты // В.Г. Гептнер, К.К. Чапский, В.А. Арсеньев, В.Е. Соколов. М.: Наука, 1976. Т. 2. Ч. 3. - 719 с.
 14. Mammals of the Soviet Union. Pinnipeds and toothed whales // V. G. Geptner, K. K. Chapsky, V. A. Arsenyev, V. E. Sokolov. M.: Nauka, 1976. Vol. 2. Ch. 3. - 719 p.
 15. Нансен Ф. В страну будущего. Пер. с норв.- Красноярск, 1982. - 336 с.
 15. Nansen F. To the land of the Future. - Krasnoyarsk, 1982. - 336 p.
 16. Наумов С.П. Млекопитающие и птицы// Тр. Поляр. Комисс. - Л.: Наука, 1931. -№. 4. - 106 с.
 16. Naumov S. P. Mammals and birds// Tr. Polar. Commission-L.: Science, 1931. -№. 4. - 106 с.
 17. Определение запаса промысловых млекопитающих Севера Красноярского края// Отчет Енисейрыбвода / Рук работ Мартынюк Е.Г. - Красноярск, 1986. - С. 5-45.
 17. Determination of the stock of commercial mammals of the North of the Krasnoyarsk region// Report of the Yeniseyrybvod / Ruk of works Martynuk E. G.-Krasnoyarsk, 1986. - pp. 5-45.
 18. Огнетов Г.Н., Матишов Г.Г., Воронцов А.В. Кольчатая нерпа арктических морей России: распределение и оценка запасов. Мурманск. ООО «МИП-999», 2003. - 38 с
 18. Ognetov G. N., Matishov G. G., Vorontsov A.V. Ringed seal of the Arctic seas of Russia: distribution and assessment of reserves. The Murmansk. LLC "MIP-999", 2003. - 38 s
 19. Остров Белый и его промыслово-хозяйственные ресурсы (по биологическим работам 1934 - 1935 гг.)// Бюлл. Арктич. Инст. - Л, 1935, № 11, С. 393-395
 19. Bely Island and its commercial and economic resources (according to biological works of 1934-1935) // Byull. Arctic. Inst. - L, 1935, No. 11. - pp. 393-395
 20. Панина Г.К. Питание котиков в Японском море// Изв. ТИНРО, т. 54.
 20. Panina G. K. Nutrition of seals in the Sea of Japan // Izv. TINRO, vol. 54.
 21. Пирожников П.Л. Основные черты донного населения низовьев Енисея и Енисейской губы//Тр. Астраханского ин-та рыбн. Пром-ти, 1941. - Вып. 1. - С. 140-146.
 21. Pirozhnikov P. L. Main features of the bottom population of the lower reaches of the Yenisei and Yenisei Bay// Tr. Astrakhan Institute of Fish Science. Prom-ti, 1941. - Issue 1. - pp. 140-146.
 22. Пирожников П.Л. Питание и пищевые отношения рыб в эстуарных районах моря Лаптевых//Вопр. ихт., 1955, вып. 3. - С. 140-185.
 22. Pirozhnikov P. L. Nutrition and food relations of fish in the estuarine areas of the Laptev Sea//Vopr. ikht., 1955, issue 3. - pp. 140-185.
 23. Попов Л.Н. Промысловые млекопитающие восточного побережья Таймырского полуострова//Тр. НИИ ПЗЖПХ. - Л., 1939. -Вып. 8. - С. 87-123.
 23. Popov L. N. Commercial mammals of the eastern coast of the Taimyr Peninsula//Tr. NII pzhph. - L., 1939. - Issue 8. - pp. 87-123.
 24. Потелов В.А. Результаты научных исследований состояния запасов морских млекопитающих северного бассейна// Морские млекопитающие. Тез. Докл. 9 Всесоюз. Совещ. По изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих. - Архангельск, 1986, С. 327-329.
 24. Potelov V. A. Results of scientific research of the state of marine mammal stocks in the northern basin// Marine mammals. Тез. Докл. 9 Vsesoyuz. The meeting. For the study, protection and rational use of marine mammals. - Arkhangelsk, 1986. - p. 327-329.
 25. Потелов В.А. Сравнительная характеристика районов щенки кольчатой нерпы Белого, Баренцева и Карского морей//Морские млекопитающие. - М., 1978, С. 325 - 326.
 25. Potelov V. A. Comparative characteristics of the areas of the ringed seal puppies of the White, Barents and Kara Seas// Marine mammals. - M., 1978. - p. 325-326.
 26. Потелов В.А. Отряд ластоногие // Млекопитающие. Китообразные, Хищные, Ластоногие, Парнопалые (Фауна европейского Северо-Востока России. Млекопитающие. Т. II. ч. 2). СПб.: Наука, 1998. С. 186-242.
 26. Potelov V. A. Detachment pinnipeds // Mammals. Cetaceans, Raptors, Pinnipeds, Panoplie (Fauna of European North-East Russia. Mammals. T. The second. Part 2). St. Petersburg: Nauka, 1998. - pp. 186-242.
 27. Попова Н.М. Продуктивность дна Карского моря и пути ее использования//Проблемы Арктики. - Л., 1948. - № 2. - С. 27-35.
 27. Popova N. M. Productivity of the bottom of the Kara Sea and ways of its use//Problems of the Arctic. - L., 1948. - No. 2. - pp. 27-35.
 28. Резанова З.А., Стариков Г.В. К изучению сезонных миграций и влияния кольчатой нерпы Гыданского залива на запасы промысловых рыб//Ресурсы животного мира Сибири. - Новосибирск, 1990. - С. 167-169.
 28. Rezanova Z. A., Starikov G. V. To the study of seasonal migrations and the influence of the ringed seal of the Gydan Bay on the stocks of commercial fish//Resources of the animal world of Siberia. Novosibirsk, 1990. - pp. 167-169.
 29. Рутилевский Г.Л. Промысловые млекопитающие полуострова Челюскина и пролива Вилькицкого// Промысловые млекопитающие побережья Таймырского полуострова: Тр. НИИ ПЗЖПХ - Л.: Изд. Главсевморпути, 1939. - Вып. 8. - С. 7-60.
 29. Rutilevsky G. L. Commercial mammals of the Chelyuskin Peninsula and the Vilkitsky Strait/ Commercial mammals of the Taimyr Peninsula coast: Tr. NII pzhph-L.: Glavsevmorput Publishing House, 1939. - Issue 8. - C: 7-60.
 30. Рыбы и рыболовство в бассейне Гыданского залива// Тр. НИИПЗЖПХ. - Л.-М., 1941. - 204 с.
 30. Pisces and fishing in the Gydan Bay basin//Tr. LEIPZIP. - L.-M., 1941. - 204 p
 31. Стариков Г.В., Украинцев Н.П., Резанова З.А. Распределение и численность кольчатой нерпы Гыданского залива в летний период//Ресурсы животного мира Сибири. - Новосибирск, 1990. - С. 176-178.
 31. Starikov G. V., Ukraintsev N. P., Rezanova Z. A. Distribution and abundance of the ringed seal of the Gydan Bay in the summer period//Resources of the animal world of Siberia. Novosibirsk, 1990. - pp. 176-178.
 32. Стариков Г.В., Шумилов В.Ф., Резанова З.А. Структура стада и питание омуля в Гыданском заливе Карского моря// Круговорот вещества и энергии в водоемах. Рыбы и нерпа: Мат. к 6 Всесоюз. лимнол. совещ.: - Иркутск, 1985, вып.4. - С. 40-142.
 32. Starikov G. V., Shumilov V. F., Rezanova Z. A. Structure of the herd and feeding of omul in the Gydan Bay of the Kara Sea. Pisces and seal: Mat. k 6 Vsesoyuzn. limnol. conference: - Irkutsk, 1985, issue 4. - pp. 40-142.
 33. Чапский К.К. Морские звери Советской Арктики. - Л., ГСМП, 1941. - 186 с.
 33. Chapsky K. K. Sea animals of the Soviet Arctic. - L., GSMP, 1941. - 186 p.
 34. Ямало-Гыданская область. - Л., 1977. - 226 с.
 34. Yamalo-Gydan region. - L., 1977. - 226 p.
 35. King J.E. Seals of the word Trustees of the British Museum (Natural History). London, 1964. - 154.
 36. McLaren I.A. The biology of the ringed seal (Phoca hispida Schreber) in the eastern Canadian arctic // J. Fish. Res. Board. Can. Bul., 1958. N. 118. P.1 - 97.
 37. Smith T. G. Population Dynamics of the Ringed Seal in the Canadian Eastern Arctic//Fisheries research board of Canada. - Ottawa, 1973.- Bull. 181. - 55 p.

Биологические факторы качества воды в мезотрофной экосистеме

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-16-19

Д-р биол. наук, профессор

А.П. Садчиков –

Международный
биотехнологический центр
Московского государственного
университета имени
М.В. Ломоносова;

Д-р биол. наук **С.А. Остроумов** –

ведущий научный сотрудник,
биологический факультет
Московский государственный
университет имени
М.В. Ломоносова

@ ostroumov@mail.bio.msu.ru

Ключевые слова:

качество воды,
фитопланктон, водоросли,
бактерии, ^{14}C -гидролизат
хлореллы, гетеротрофная
активность, цианобактерии,
растворенное органическое
вещество, POB

Keywords:

water quality, phytoplankton,
algae, bacteria, ^{14}C -chlorella
hydrolyzate, heterotrophic
activity, cyanobacteria,
dissolved organic matter,
DOM

BIOLOGICAL FACTORS OF WATER QUALITY IN A MESOTROPHIC ECOSYSTEM

Doctor of Biological Sciences, Professor **A.P. Sadchikov** – International Biotechnological Center of Lomonosov Moscow State University;

Doctor of Biological Sciences **S.A. Ostroumov** – Leading Researcher, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, ostroumov@mail.bio.msu.ru

Dissolved organic matter (DOM) is one of the important parameters of water quality in aquatic ecosystems. In the experiments, phyto- and bacterioplankton actively consumed ^{14}C -labeled chlorella hydrolyzate. Removal (by filtration) of cyanobacteria from the aquatic environment leads to an increase in the rate of DOM consumption by bacteria. This indicates the possibility of a negative effect of cyanobacterial metabolites on the physiological processes of bacterioplankton.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение факторов, влияющих на удаление растворенного органического вещества из водных экосистем, имеет существенное значение для познания процессов формирования качества воды и управления ее качеством в водоемах, что важно для рационального использования водных ресурсов, включая цели рыбного хозяйства.

Основная масса легкоусвояемого растворенного органического вещества (POB) в водоеме формируется за счет прижизненных и посмертных выделений водорослей. В дальнейшем это POB потребляется всей биотой, в первую очередь

фито- и бактериопланктоном. Несмотря на то, что основным источником получения энергии водорослями является фотосинтез, хорошо известна их способность потреблять органические вещества.

Данная проблема является актуальной, однако таких исследований в природных водоемах явно недостаточно. В связи с этим, цель нашей работы состояла в установлении роли бактерий и водорослей в потреблении POB.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работу проводили в мезотрофной экосистеме на при-

мере Можайского водохранилища (Московская область). Отбор проб осуществляли на разных горизонтах водохранилища (0-3 м, 5-7 м). Воду разливали по склянкам и добавляли меченые по углероду $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$, гидролизат хлореллы. Эксперименты проводили с естественным сообществом фито- и бактериопланктона, а также с сообществом одних только бактерий (после удаления фитопланктона путем его отфильтровывания). Склянки экспонировали 8 часов. После окончания экспозиции пробы фильтровали через мембранные фильтры (фитопланктон – через фильтры с размерами пор 1,5 мкм, бактерии – 0,2 мкм). Радиоактивность образцов анализировали на сцинтилляционном счетчике «Mark-2». Более подробно методика проведения работ описана в статьях [1; 2; 3]. Скорость потребления, меченых по углероду, веществ водорослями и бактериями рассчитывали по формуле, описанной в методическом руководстве [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Максимальная скорость потребления бикарбоната фитопланктоном наблюдается в фотическом слое (глубина 0-3 м), в котором сосредоточена большая часть водорослей. На горизонтах 0-3 м максимальная удельная скорость потребления бикарбоната натрия зависит от видового состава фитопланктона. Наибольшие значения приходились на конец июня, середину июля и начало сентября, когда фитопланктон находился на стадии активного роста (в июне развивались диатомовые и динофитовые водоросли, в августе – цианобактерии).

Гетеротрофная ассимиляция CO_2 бактериями наиболее отчетливо выражена в зоне фотосинтеза, что указывает на положительное влияние фотосинтетических процессов (в том числе прижизненных выделений водорослей) [5]. Потребление бикарбоната бактериями на свету стимулируется в присутствии водорослей, независимо от их таксономической принадлежности. Это указывает на положительное влияние выделений водорослей на развитие бактерий. Особенно хорошо это проявляется при развитии в водоеме диатомовых и динофитовых водорослей в первой половине лета.

Растворенное органическое вещество (РОВ) – один из важных параметров качества воды в водных экосистемах. В экспериментах фито- и бактериопланктон активно потреблял меченый по ^{14}C гидролизат хлореллы. Удаление (отфильтровывание) цианобактерий из водной среды приводит к повышению скорости потребления РОВ бактериями. Это указывает на возможность отрицательного воздействия метаболитов цианобактерий на физиологические процессы бактериопланктона.

Присутствие в водоеме цианобактерий (во второй половине лета) отрицательно влияет на потребление бактериями бикарбоната. В отфильтрованной от фитопланктона воде (при этом из воды удалялись цианобактерии) скорость потребления бикарбоната бактериями была выше, чем в нефильтрованной воде. Можно предполагать, что это связано с отрицательным воздействием метаболитов некоторых видов фитопланктона (в основном цианобактерий) на физиологические процессы бактериопланктона.

Исследования показали, что фито- и бактериопланктон активно потребляет органические вещества. Меченый по ^{14}C гидролизат хлореллы, в состав которого входили соединения разной молекулярной массы, в основном потреблялся бактериопланктоном, особенно во второй половине лета. На долю бактериопланктона в среднем приходилось 56-67% суммарно потребленного фито- и бактериопланктоном гидролизата хлореллы. В отдельные периоды сезона водоросли активно потребляли меченое растворенное органическое вещество, однако удельная гетеротрофная активность бактерий (приведенная к единице биомассы) во всех случаях была значительно выше гетеротрофной активности фитопланктона.

Водоросли получают энергию в основном за счет фотосинтеза, однако они в течение всего лета активно потребляли растворенные органические соединения (табл. 1). Наши эксперименты показали, что в отфильтрованной от цианобактерий воде (в августе) скорость

Таблица 1. Удельное потребление РОВ (т.е. гидролизата хлореллы) бактериями (мкг С/мг·ч), в присутствии фитопланктона и в фильтрованной воде (в отсутствие фитопланктона, но при сохранении гетеротрофного бактериопланктона) на разных горизонтах водохранилища / **Table 1.** Specific consumption of ROV (i.e. chlorella hydrolysate) by bacteria (mcg S / mg * h) in the presence of phytoplankton and in filtered water (in the absence of phytoplankton, but with the preservation of heterotrophic bacterioplankton) at different reservoir horizons

Глубина	19 июня	27 июня	10 августа	19 августа
0-3 м	60/64	40/44	24/280	56/240
5-7 м	20/28	32/12	8/16	40/252

Примечание к таблице. Числитель – в присутствии фитопланктона (в июне это диатомовые и динофитовые водоросли, в августе – цианобактерии)

Знаменатель – в фильтрованной воде (удалены водоросли и цианобактерии, сохраняется присутствие гетеротрофных бактерий)

потребления органического вещества всегда была выше, чем в нефilterованной воде. Это указывает на отрицательное воздействие метаболитов цианобактерий на физиологические процессы бактериопланктона. При удалении доминировавших в фитопланктоне диатомовых и динофитовых водорослей (в июне) гетеротрофная активность бактерий изменялась незначительно, по сравнению с аналогичными показателями в нефilterованной воде.

Полученные результаты имеют значение для понимания того, как водные организмы участвуют в самоочищении воды (6), что важно для решения практических вопросов использования водоемов, в том числе для целей рыбного хозяйства.

ВЫВОДЫ

1. Природный фито- и бактериопланктон активно потребляет меченые органические соединения. В отдельных случаях водоросли более активно потребляют РОВ, чем бактерии.

2. В отфильтрованной от цианобактерий воде (в августе) скорость потребления органического вещества бактериями, содержащимися в природной воде, была выше, чем в нефilterованной воде (содержащей цианобактерии). Это можно объяснить отрицательным воздействием метаболитов цианобактерий на физиологические процессы бактериопланктона.

3. В число биологических факторов, существенно влияющих на судьбу растворенного органического вещества в изученной водной экосистеме, входят в том числе: (а) гетеротрофный бактериопланктон, (б) эукариотические водоросли фитопланктона, (в) цианобактерии. При этом имеет значение не только прямое участие этих организмов в выделение или поглощение РОВ, но и взаимодействия между указанными биологическими факторами.

Работа выполнена в рамках научной школы МГУ имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

ЛИТЕРАТУРА

1. Садчиков А.П., Остроумов С.А. Совершенствование методик изучения выделения растворенного органического вещества фитопланктоном и дальнейшей утилизации этого вещества бактериальным сообществом и водорослями. / А.П. Садчиков, С.А. Остроумов // Водочистка, водоподготовка, водоснабжение. – 2020. – №8. – с.30-36.
1. Sadchikov A. P., Ostroumov S. A. Improvement of methods for studying the release of dissolved organic matter by phytoplankton and further utilization of this substance by the bacterial community and algae. // Water treatment, water treatment, water supply. - 2020. - No. 8. - p. 30-36.
2. Садчиков А.П., Остроумов С.А. Совершенствование методики оценки гетеротрофной активности пресноводных бактерий. Вопросы качества воды. / А.П. Садчиков, С.А. Остроумов // Рыбное хозяйство. – 2020. – №2. – с.61-65. DOI 10.37663/0131-6184-2020-2-61-66.
2. Sadchikov A. P., Ostroumov S. A. Improving the methodology for assessing the heterotrophic activity of freshwater bacteria. Questions of water quality. / A. P. Sadchikov, S. A. Ostroumov // Fisheries. - 2020. - No. 2. - p. 61-65. Doi 10.37663/0131-6184-2020-2-61-66.
3. Садчиков А.П. Продуцирование и трансформация органического вещества размерными группами фито- и бактериопланктона (на примере водоемов Подмосквья): Автореф. дисс. на соискание уч. степени докт. биол. наук. – М., 1997. – 53 с.
3. Sadchikov A. P. Production and transformation of organic matter by size groups of phyto-and bacterioplankton (on the example of reservoirs in the Moscow region): Abstract. diss. for the degree of Doctor of Science. biol. nauk - M., 1997. - 53 p.
4. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. / В.И. Романенко, С.И. Кузнецов // Л. Наука, 1974. – 194 с.
4. Romanenko V. I., Kuznetsov S. I. Ecology of microorganisms of fresh water bodies. / V. I. Romanenko, S. I. Kuznetsov // L. Nauka, 1974 – - 194 p.
5. Садчиков А.П., Остроумов С.А. Водоросли и цианобактерии, как факторы формирования фонда растворенных органических веществ и качества воды в водоеме при отмирании клеток. / А.П. Садчиков, С.А. Остроумов // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 6. – С. 53–58. DOI 10.37663/0131-6184-2020-6-53-58.
5. Sadchikov A. P., Ostroumov S. A. Algae and cyanobacteria, as factors of formation of the fund of dissolved organic substances and water quality in the reservoir during cell death. / A. P. Sadchikov, S. A. Ostroumov // Rybnoe khozyaistvo. - 2020. - No. 6. - pp. 53-58. Doi 10.37663/0131-6184-2020-6-53-58.
6. On the biotic self-purification of aquatic ecosystems: elements of the theory. / Ostroumov S.A. Dokl Biol Sci., 2004, 396:206-211. <https://www.academia.edu/40842047/>
6. On biotic self-purification of aquatic ecosystems: elements of theory. / Ostroumov S. A. Dokl. Biol. Sciences, 2004, 396:206-211. <https://www.academia.edu/40842047/>



Фундаментальное изложение основ речной гидрологии и гидробиологии

Богатов В.В., Федоровский А.С. Фундаментальные результаты изучения речных экосистем. Основы речной гидрологии и гидробиологии. / В.В. Богатов, А.С. Федоровский // Владивосток: Дальнаука, 2017. – 384 с.

Bogatov V.V., Fedorovsky A.S. Fundamental results of studying river ecosystems. Fundamentals of river hydrology and Hydrobiology. / V.V. Bogatov, A.S. Fedorovsky // Vladivostok: Dalnauka, 2017. – 384 p.



Рецензируемая книга посвящена области науки, необходимой для управления водными ресурсами и устойчивого использования пресных вод. Монография состоит из двух больших частей и заполняет существенный пробел в научной литературе.

Первая часть (с. 11-187) – речная гидрология. В ней 4 раздела: река и ее бассейн (с. 12-107); источники данных о реках (топографические карты, аэрофотоснимки, дистанционное зондирование, водный кадастр; с. 108-137); полевые исследования (топографо-геодезические работы, гидрометрические работы, оценка стока переносимых водой веществ; с. 138-175); сведения о гидрологических расчетах (годовой, минимальный и максимальный сток, с. 176-187).

Вторая часть – речная гидробиология (с. 188-353). В этой части 6 разделов.

Раздел 1 – речные организмы (с. 190-215). Подразделы посвящены бактериям, водным растениям, водным беспозвоночным и рыбам.

Раздел 2 – методы изучения речных экосистем (с. 216-243, количественный учет, первичная продукция, химический анализ воды, вторичная продукция, рост и возраст животных, количественная оценка дрейфа бентоса).

Раздел 3 – круговорот веществ и трофические связи (с. 244-267). Рассмотрены движение питательных веществ в реке, аллохтонное органическое вещество, трофические уровни и функциональные группы, динамика трофических сетей.

Раздел 4 – дрейф речного бентоса (с. 268-294). Анализируются суточная периодичность дрейфа, вертикальное распределение гидробионтов, миграционная активность, дистанция и время дрейфа, соотношение дрейфа и биомассы беспозвоночных, соотношение дрейфа и их продукции.

Раздел 5 – рассматривает концепции функционирования речных экосистем. Авторами выделены

и систематизированы следующие концепции: 1) концепция речного континуума (с. 295-298); 2) дисконтинуальные модели речных сообществ (с. 298-300); 3) комбинированная концепция (с. 301-302); 4) концепция синтеза речных и прибрежно-речных экосистем (с. 302-305); 5) вспомогательные концепции (с. 305-306); 6) дренажно-транзитная концепция (с. 306-311); 7) концепция градиента речного биома (с. 311-314); 8) концепция реобиома, как открытой природной системы (с. 315-322).

В разработку ряда этих концепций внес вклад первый из авторов рецензируемой книги, академик В.В. Богатов.

Завершает вторую часть книги очень важный в современных условиях раздел 6 (с.323-353) «Функционирование реобиомов в условиях экстремальных природных воздействий», где кратко анализируются высоко актуальные вопросы: факторы устойчивости и выносливости реобиомов (с. 327-335); структура речных экосистем зоны муссонного климата (с. 336-344); речные экосистемы в условиях глобального изменения климата (с. 345-353).

Завершает книгу подробная библиография (с. 354-383).

Книга заполняет существенный пробел в современной русскоязычной литературе по пресноводным экосистемам и водным ресурсам. Впервые в российской гидробиологической литературе освещены многие концептуально важные вопросы и сделаны соответствующие обобщения.

Книга безусловно интересна и полезна специалистам и исследователям во многих областях – гидробиологии, лимнологии, ихтиологии, водных и водно-биологических ресурсов. Есть все основания рекомендовать книгу к переизданию. В новом издании книги можно было бы расширить освещение некоторых вопросов – в том числе проблем самоочищения воды (которые активно изучаются отечественными учеными, есть инновационные публикации) и проблем речных экосистем в связи с вопросами рыбных ресурсов. Актуальность освещенных в монографии проблем нарастает с каждым годом. Среди причин этого – нарастание ценности ресурсов пресной воды и то, что гидробионты речных экосистем находятся среди наиболее уязвимых к антропогенным воздействиям групп организмов.

В заключение еще раз подчеркнем главный вывод рецензии о том, что книга полезная, ценная для исследователей, специалистов и преподавателей высшей школы и заслуживает переиздания.

Д-р биол. наук С.А. Остроумов – ведущий научный сотрудник, Биофак МГУ им. М.В. Ломоносова;
д-р биол. наук, профессор, член-корреспондент РАН
Г.С. Розенберг – Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Эколого-правовые и экономические особенности развития Маломорского рыбопромыслового района Байкала

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-20-26

Ключевые слова:

Байкал, Байкальская природная территория, байкальский омуль, Малое Море, математическое моделирование

Keywords:

Baikal, Baikal natural area, Baikal omul, Maloye More, mathematical modeling

Профессор **А.П. Суходолов** – Заслуженный экономист РФ, заведующий лабораторией междисциплинарных эколого-экономических исследований и технологий, Лимнологический институт СО РАН;

д-р г.-м. наук **А.П. Федотов** – директор, Лимнологический институт СО РАН; заведующий кафедрой водных биоресурсов и аквакультуры, Байкальский государственный университет;

канд. геогр. наук **М.М. Макаров** – старший научный сотрудник, лаборатория междисциплинарных эколого-экономических исследований и технологий, Лимнологический институт СО РАН;

П.А. Аношко – научный сотрудник, лаборатория междисциплинарных эколого-экономических исследований и технологий, Лимнологический институт СО РАН;

А.В. Колесникова – специалист эколого-правовой экспертизы, Лимнологический институт СО РАН;

канд. экон. наук, доцент **Я.А. Суходолов** – старший научный сотрудник, Забайкальская лаборатория экономических и международных исследований, Институт экономических исследований ДВО РАН;

П.Г. Сорокина – старший преподаватель, кафедра математики и информатики, Байкальский государственный университет; младший научный сотрудник лаборатории междисциплинарных эколого-экономических исследований и технологий, Лимнологический институт СО РАН

@ 3952_2015@mail.ru; mix@lin.irk.ru; mmmsoft@hlserver.lin.irk.ru; apn000@mail.ru; alinal2020@mail.ru; yakov.suhodolov@gmail.com; ermolaevapolina@mail.ru

ECO-LEGAL AND ECONOMIC ASPECTS OF DEVELOPING MALOMORSKY FISHING AREA OF LAKE BAIKAL

Professor **A.P. Sukhodolov** – Head of the Laboratory of Interdisciplinary Ecological and Economic Research and Technologies, Limnological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences;

A.P. Fedotov – Director, Limnological Institute SB RAS; Head of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Baikal State University;

M.M. Makarov – Senior Researcher, Laboratory of Interdisciplinary Ecological and Economic Research and Technologies, Limnological Institute of SB RAS;

P. A. Anoshko – Staff Scientist, Laboratory of Interdisciplinary Ecological-Economic Research and Technologies, Limnological Institute SB RAS;

A.V. Kolesnikova – expert on environmental legal expertise, Limnological Institute SB RAS;

Cand. Ekon. Sciences, associate Professor upland **Ya.A. Sukhodolov** – senior researcher, laboratory of TRANS-Baikal economic and international studies, economic research Institute Feb RAS;

P.G. Sorokina – Senior Lecturer, Department of Mathematics and Computer Science, Baikal State University; Junior Researcher, Laboratory of Interdisciplinary Ecological and Economic Research and Technologies, Limnological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

3952_2015@mail.ru; mix@lin.irk.ru; mmmsoft@hlserver.lin.irk.ru; alinal2020@mail.ru; yakov.sukhodolov@gmail.com; ermolaevapolina@mail.ru

Lake Baikal is the largest fresh water reservoir of our planet and a unique natural site included in the UNESCO World Heritage List. Meanwhile, Baikal is not only Russia's largest freshwater fishing reservoir. Large-scale commercial fishing started here at the beginning of the 19th century and, with small breaks caused by bans imposed on industrial fishing due to depletion of valuable commercial fishery species stock, continued until October 2017, when once again restrictions in the fishing industry were imposed. One of the reasons for this was the increasing of the illegal unreported and unregulated fishing which led to depletion of harvestable stock of omul. However, these restrictions neither eliminated extensive unreported fishing, nor solved the problem of rapid fish stock rebuilding in the unique lake. Using methods of mathematical analysis and modeling this article examines factors facilitating breach of law in the fishing industry and unreported fishing for Baikal omul. The article provides a brief characteristic of the Baikal oldest Malomorsky fishing area as well as an eco-economic assessment of the possibility to rebuild the fishing stock within this water zone taking into account the increasing tourist flow in the Baikal region.

ВСТУПЛЕНИЕ

Озеро Байкал – уникальное творение природы, величайшая национальная и мировая достопримечательность, включенная Комитетом по мировому наследию ЮНЕСКО в Список участков всемирного наследия (декабрь 1996 г.).

Особое место в уникальной фауне озера занимает байкальский омуль – эндемик Байкала и ценный промысловый вид рыбы. Существуют сказания и легенды об омуле и омулевой бочке Байкала. Литературные метафоры отражают отношение к омулю не только как к ценному продукту питания, деликатесу, но и как к своеобразному символу, бренду Байкала.

В пределах акватории Байкала выделяют несколько рыбопромысловых районов общей площадью 3150 тыс. га, где с середины XIX в. ведется масштабная рыбопромысловая деятельность, негативно отражающаяся на популяции омуля [3]. Задача восстановления его запасов впервые была поставлена в начале XX в. Вновь она стала актуальной после Великой Отечественной войны (в военные годы вылов омуля достигал максимальных величин, что истощило его популяцию), когда рекомендовали ограничить рыбный промысел на Байкале не менее чем на трехлетний период (начиная с 1945 г.), а также организовать обследование рыбопромысловых районов силами специалистов соответствующих рыбозаводов, запретить вылов неводами во время икрометания и обеспечить в нерестовый период свободное движение рыбы [1].

Позднее, к концу 1960-х гг., возникла необходимость в принятии уже экстренных мер по сохране-

нию байкальского омуля, запасы которого вновь стали сокращаться в связи с превышением норм вылова в 2-3 раза [6]. Минрыбхоз СССР запретил на несколько лет вылов байкальского омуля¹. Одновременно проводилась комплексная работа по повышению продуктивности рыбопромысловых акваторий Байкала, модернизации существующих и созданию новых рыбопроизводных предприятий. Именно в тот период построены Баргузинский, Бельский, Чивыркуйский и первая очередь Селенгинского завода по разведению рыбы, проведена реконструкция старейшего в бассейне Большереженского рыбозавода. Данные меры способствовали восстановлению омулевого стада на Байкале.

Недавно проблема сокращения запасов омуля вновь обострилась [8]. Его суммарная биомасса сократилась с 18-20 тыс. т в 2008 г. до 6,8-7,1 тыс. т в 2017-2018 гг. Очередной запрет промышленного вылова байкальского омуля и ограничение любительского и спортивного лова введены в августе 2017 г.²

Насколько эффективна современная запретительная политика в сфере рыболовства на Байкале? В результате ее реализации, одновременно с сокращением объема общедопустимого улова, стали снижаться показатели учетного улова омуля. При этом увеличивается незаконный, несообщаемый и нерегулируемый вылов [14]. Применение одних только запретительных мер для рыбного промысла в пределах Байкальской природной территории (БПТ) порождает прогрессирующие процессы криминализации рассматриваемой

¹ Приказ Минрыбхоза СССР «Об утверждении Правил рыболовства в бассейне озера Байкал и других рыбохозяйственных водоемах Бурятской АССР, Иркутской и Читинской областей» от 01.12.1969 г. № 401.

² Приказ Минсельхоза РФ от 29.08.2017 № 450 «О внесении изменений в правила рыболовства для Байкальского рыбохозяйственного бассейна, утвержденные приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 7 ноября 2014 г. № 435».

сферы [10]. Это выражается как в сокрытии уловов, так и предоставлении заведомо искаженной информации, что классифицируется как нарушение Правил рыболовства.

Согласно данным Росприроднадзора России, МВД по Республике Бурятия, ГУВД по Иркутской области и УМВД по Забайкальскому краю количество преступлений, предусмотренных ст. 256 УК РФ и совершенных на БПТ в период с 2012 по 2018 г., увеличилось на 45% (табл. 1).

Тенденция к снижению количества зарегистрированных административных правонарушений при вылове байкальского омуля, обозначенная во втором столбце таблицы 1, вряд ли связана с действенностью введенного запрета на его вылов, с учетом высокой степени латентности подобных правонарушений и ростом конфискованного, незаконно добытого омуля (после введения запрета на его вылов в октябре 2017 г.), которое увеличилось на 6,3 тонн.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Был проведен анализ криминогенных факторов, детерминирующих правонарушения и преступность в сфере рыболовства на Байкале, с использованием математического аппарата, а также построена непрерывная модель динамики численности омуля, с учётом незаконного вылова. Модельной территорией, для повышения эффективности рыбохозяйственной деятельности на территории БПТ, авторами предложен район Малого моря, где с помощью гидроакустической съемки определялась емкость и оценивались перспективы зарыбления этого старейшего на Байкале промыслового района, с целью использования его рыбных ресурсов для развития туризма в этой части Байкала.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе статистических данных за период 2004-2018 гг. предложена модель множественной регрессии $W = -1944,03 + 73,51x_3 + 0,81x_4 + 0,32x_5$, отражающая зависимость количества административных нарушений в сфере вылова байкальского омуля W от уровня бедности x_3 , численности туристов x_4 и общего допустимого улова омуля x_5 . Отметим, что данные факторы оказались наиболее значимыми, в соответствии с критерием Фишера, а модель является пригодной для

Озеро Байкал – крупнейший пресноводный водоем планеты и уникальный природный объект, занесенный ЮНЕСКО в Список объектов всемирного наследия. При этом Байкал – крупнейший пресноводный рыбохозяйственный водоем не только России. Масштабный рыбный промысел здесь начат в конце XIX в. и, с незначительными перерывами, вызванными запретами на промышленный лов, ввиду истощения запасов ценных промысловых видов рыбы, продолжался до октября 2017 г., когда в очередной раз были введены ограничительные меры в сфере рыболовства на Байкале. Одной из причин этого стал нарастающий незаконный, несообщаемый и нерегулируемый вылов, приведший к истощению промысловых запасов омуля. Однако ограничительные меры не исключили фактов браконьерства, носящих массовый характер, и не решили проблему скорейшего восстановления рыбных запасов уникального озера. В настоящей статье, при помощи методов математического анализа и моделирования, исследуются факторы, порождающие правонарушения в сфере рыболовства, обуславливающие незаконный вылов байкальского омуля. Дается краткая характеристика старейшего на Байкале Маломорского рыбопромыслового района и эколого-экономическая оценка возможности ускоренного восстановления рыбных ресурсов в пределах данной акватории, с учетом растущего потока туристов в Прибайкалье.

использования с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,7$.

С учетом криминогенной ситуации, связанной с браконьерской деятельностью на Байкале, авторами предложена следующая непрерывная модель динамики численности популяции омуля [11]:

$$\dot{x} = ax + b - cxu - dxu(1-u), u \in [0,1], x(t_0) = x_0, t \in [t_0, t_1].$$

Здесь $a, b \in \mathbb{R}$ – коэффициенты, характеризующие естественный прирост (убыль) популяции без учета вылова; $c \in \mathbb{R}_+$ – коэффициент эффективности вылова игрока А, занимающегося официальным промыслом; $d \in \mathbb{R}_+$ – коэффициент эффективности вылова игрока В (нелегальных добытчиков), который, ориентируясь на интенсивность вылова игрока А, также принимает участие в вы-

Таблица 1. Динамика правонарушений в сфере рыболовства на БПТ в 2012-2018 годах [11] / **Table 1.** Dynamics of offenses in the field of fishing on the BPT in 2012-2018 [11]

Год	Количество зафиксированных преступлений	Количество протоколов об административных правонарушениях
2012	187	3 471
2013	150	3 389
2014	191	2 864
2015	149	3 110
2016	129	3 629
2017	235	2 510
2018	333	2 012

Таблица 2. Динамика туристического потока на Байкал (в пределах Иркутской области) в 2016-2018 годах* / **Table 2.** Dynamics of tourist flow to Lake Baikal (within the Irkutsk region) in 2016-2018*

Показатель	2016	2017	2018	Изменение, %
Количество туристов, тыс. чел.	1526	1598	1656	+16
В том числе иностранных	157	211	295	+88
Объем платных услуг в сфере туризма, млн руб.	5371	5601	6238	+16

* расчеты авторов

Таблица 3. Динамика развития туризма в районе Малого моря в 2016-2018 годах* / **Table 3.** Dynamics of tourism development in the Maly Sea region in 2016-2018*

Показатель	2016	2017	2018	Изменение, %
Количество прибывших на о. Ольхон туристов, тыс. чел.	110	273	530	+382
Доля туристов, посещающих Малое море, в общем потоке прибывших в Иркутскую область, %	7,2	17,1	32,0	+344
Количество доставленных паромом на о. Ольхон автомобилей, тыс.	30,4	71,3	...	+134
Количество коллективных средств размещения ⁴	89	97	104	+17
Оборот в общественном питании, млн руб.	24,8	26,4	27,8	+12
Оборот в розничной торговле, млн руб.	759,2	796,8	860,8	+13

*данные администрации Ольхонского муниципального образования

лове; x_0 – численность популяции в начальный момент времени t_0 ; s_{xu} – «мгновенный» вылов игрока А; $dxu(1-u)$ – «мгновенный» вылов игрока В; временной промежуток $[t_0, t_1]$ фиксирован. Фазовая переменная $x(t)$ означает численность популяции омуля в момент времени t , а управляющая переменная ut – интенсивность отлова «официальным» игроком А в момент времени t .

В рамках представленной модели, с учетом незаконного вылова, можно рассмотреть некоторые задачи оптимального управления с интегральным целевым функционалом (и, возможно, ограничениями), описывающие различные цели со стороны как «официального» добытчика, так и браконьеров. Для их исследования можно применить классический принцип максимума Понтрягина, а также позиционный принцип минимума [15], развиваемый иркутской школой оптимального управления.

Показательным для отработки мер по повышению эффективности рыбохозяйственной деятельности на БПТ, с учетом растущей туристической привлекательности Байкала, является район его Малого моря, которое расположено между западным побережьем и самым крупным островом – Ольхоном.

Протяженность Малого моря 76 км, ширина – от 17 км (максимальная) до 4 км (минимальная), глубины 50-100 м, площадь – порядка 800 км² [4]. Именно здесь расположен старейший Маломорский рыбопромысловый район – исторический центр добычи омуля на Байкале. Омудовое стадо

представлено так называемой селенгинской популяцией, с размерами крупных рыб до 50 см и массой до 5,0 кг, при средней массе промыслового омуля порядка 350 г. [2].

На прибрежной территории Малого моря, отнесенной к центральной зоне БПТ, ограничена хозяйственная деятельность, за исключением туризма, рыбного промысла, сельского хозяйства и торговли. При этом рыбный промысел представляет собой старейшую отрасль специализации данной территории, развитие которой получает новый импульс в связи с растущей популярностью у туристов этого района Байкала.

Росту туристского потока на Малое море способствует ряд факторов. Живописные горно-таежные и степные ландшафты. Самое большое на побережье Байкала количество солнечных дней в году, где продолжительность солнечного сияния более 2200 часов в год (о. Ольхон), что превышает аналогичный показатель на Рижском взморье (1840 часов) и Кисловодске (около 2000 часов). Вдоль побережья много удобных для отдыха и стоянок бухт и мелководных заливов, где летом вода прогревается до +20°С, что делает их привлекательными и популярными у отдыхающих. В их числе залив Мухор, побережье которого застроено множеством баз отдыха³. Немаловажен и фактор доступности. Район связан с Иркутском автобусным и водным сообщением, а с о. Ольхон – паромной переправой. Планируется также возобновить авиасообщение между Иркутском и о. Ольхон (пос. Харанцы), прерванное в 1990-

³ Министерство природных ресурсов и экологии РФ. (2019). О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2018 году. Иркутск, Российская Федерация, АНО «КЦ Эксперт».

⁴ Средства размещения туристов располагаются главным образом вдоль побережья Малого моря, в том числе на о. Ольхон, на территории Хужирского и Шара-Тогодского муниципальных образований.

х гг., что повысит туристскую привлекательность района. Все эти факторы способствуют развитию индустрии туризма в этой части Байкала и росту туристского потока на Байкал (табл. 2), а также в район его Малого Моря (табл. 3) [7, 9, 12].

Растущая туристическая привлекательность района положительно сказывается на развитии смежных отраслей, в том числе рыбного хозяйства, поскольку растут закупки рыбной продукции со стороны многочисленных туристских баз, к тому же туристы приобретают байкальский омуль и вывозят его за пределы региона в качестве экзотического подарка с берегов Байкала.

Для развития рыбной отрасли в этой части Байкала также имеются необходимые эколого-экономические и исторические предпосылки. Достаточно сказать, что наличие высокопродуктивной сырьевой базы и имеющиеся на данной территории трудовые ресурсы обусловили размещение в 1938 г. в центральной части о. Ольхон (в пос. Хужир) Маломорского рыбозавода. На заводе действовали мощные холодильные установки для быстрой заморозки рыбы, крупные цехи по засолке и копчению, позволявшие перерабатывать более 2 т рыбы в сутки, имелось консервное производство (табл. 4) [13].

ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТИ В ОМУЛЕ МЕСТНОГО НАСЕЛЕНИЯ И ТУРИСТОВ

Население Ольхонского района Иркутской области, в пределах которого располагается Малое Море, традиционно потребляло байкальский омуль в качестве важного продукта питания. По состоянию на 2019 г. в районе проживало 9,5 тыс. человек. При нормах потребления, установленных Приказом Минздрава России для здорового питания от 19 августа 2016 г. № 614⁵, на взрослого человека в год требуется 22 кг рыбопродуктов. Потребность в омуле всех жителей района можно приблизительно оценить в 105 т (11 кг в год на человека), при условии поставок в район морской рыбопродукции и с учетом половозрастной структуры населения (дети, старики).

Оценивая потребность в омуле посещающих Малое Море туристов, необходимо учесть два важных фактора. Во-первых, динамику роста турпотока, который за 2016-2018 гг. вырос 3,8 раза – до

530 тыс., при одновременном росте доли посещающих Малое Море с 7,2 до 32,0% (табл. 3). Вторым фактором – это многолетние данные туроператоров о пищевых предпочтениях туристов на Байкале, предпочитающих не завезенную морепродукцию, а местную, прежде всего, байкальский омуль, среднее потребление которого одним туристом оценивается в 100-150 г в сутки. Таким образом, общую потребность в омуле, при среднем пребывании туристов на Малом Море 2,5 сут. и среднем турпотоке в 500 тыс. чел., можно оценить в 125 т. С увеличением числа туристов эта потребность может возрасти до 200 тонн.

Здесь же следует учесть потребность в омуле обслуживающего персонала туристических баз и мест размещения отдыхающих (в 2018 г. – 104 ед.), которая оценивается примерно в 0,7-1,2 т за сезон.

Таким образом, современную и перспективную общую потребность в омуле местного населения, обслуживающего персонала и туристов в данном районе можно оценить в 230-305 т, что сопоставимо с предельной естественной рыбопродуктивностью всего Маломорского рыбопромыслового района. В этой связи возникает идея создания в районе Малого Моря мощностей по искусственному рыборазведению. Но насколько они будут продуктивны?

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО РЫБОРАЗВЕДЕНИЮ НА МАЛОМ МОРЕ

Идея создания в районе Малого Моря рыбоводного завода стала активно обсуждаться после запрета на промышленную добычу омуля на Байкале в 2017 г. Министерство сельского хозяйства Иркутской области подготовило рыбоводно-биологические обоснования по строительству подобного предприятия в д. Сарма с включением основных мероприятий в ФЦП «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 годы»⁶. По мнению авторов идеи, завод должен был компенсировать ущерб от незаконного вылова на Малом Море сарминского придонно-глубоководного омуля, а также черного байкальского хариуса и озерного сига. Как сообщала пресс-служба губернатора Иркутской

Таблица 4. Динамика выпуска продукции Маломорским рыбозаводом в 1995-2000 годы, т [13] / **Table 4.** Dynamics of output by the Malomorsky fish factory in 1995-2000, t [13]

Вид омулевой продукции	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Свежемороженный	21,8	51,4	72,5	117,7	292,1	262,6
Слабосоленый	462,0	289,4	133,4	144,5	41,1	65,8
Холодного копчения	68,8	9,0	24,8	–	–	5,6
Всего	552,6	349,8	214,9	262,2	333,2	334,0

⁵ Министерство здравоохранения РФ. (2016). Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания. (19.08.2016 г. № 614). URL: http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204200.

⁶ Правительство РФ (2012). О федеральной целевой программе «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 годы. (21 авг. 2012 г. № 847) URL: http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_134427.

Таблица 5. Примерные затраты на покупку и доставку мальков* /
Table 5. Approximate costs for the purchase and delivery of fry*

Рыбозавод	Стоимость		Стоимость доставки, р. за 1 км	Итоговая стоимость (покупка + доставка), тыс. р.
	одного малька, р.	110 млн мальков, млн р.		
Бельский (Иркутская область)	15,0	1 650	200,0	1 650 844
Селенгинский (Республика Бурятия)	12,2	1 342		1 343 529

* расчеты авторов

области, данную идею губернатор С. Левченко обсуждал в 2019 г. с министром природных ресурсов и экологии России Д. Кобылкиным⁷. В этот же период подобная идея, но со строительством завода в Северобайкальске и также с включением в ФЦП, предлагалась правительством Республики Бурятия. Сколько рыбоводных заводов должно быть на Байкале? Насколько они эффективны?

Отметим, что на Байкале в советское время построили пять подобных заводов: в Бурятии (Большереченский, Селенгинский, Баргузинский и Чивыркуйский) и в Иркутской области (Сарминский). Кроме того, в акватории Иркутского водохранилища был построен Бурдугузский завод, но он не занимался разведением омуля для Байкала. К настоящему времени по социально-экономическим и технологическим соображениям были закрыты Сарминский и Чивыркуйский заводы, из-за низкой эффективности на грани закрытия оказался Баргузинский рыбоводный завод, не вошедший ни в одну программу по реконструкции. Возникает вопрос, целесообразно ли в этих условиях строительство подобного завода на Малом Море и есть ли этому альтернатива?

В настоящее время в Иркутской области искусственным воспроизводством рыбных ресурсов занимаются Бельский и Бурдугузский рыбоводные заводы, которые имеют мощности по разведению соответственно 10,6 и 0,2 млн мальков омуля в год. Но эти заводы не выпускают молодь в оз. Байкал. По нашим оценкам, приобретение только на Бельском заводе мальков омуля и их транспортировка на Малое Море (почти 400 км) потребует значительных затрат (табл. 5). При этом оба завода смогут обеспечить не более 11 млн мальков в год (при емкости Малого Моря в 110 млн мальков в год), что в 10 раз меньше потребности.

Меньше затрат будет при покупке мальков в Республике Бурятия. Однако здесь тоже нет достаточных мощностей для полного обеспечения приемной емкости Малого Моря, а мальков до Малого Моря придется также транспортировать автотранспортом на еще большее расстояние (695 км), с Селенгинского экспериментального рыбоводного завода (филиал «НПЦ рыбного хозяйства «Востсиб»).



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статистика свидетельствует, что объемы промышленного вылова омуля в Малом Море в последние годы колебались в пределах 100-350 т в год (330-1200 тыс. шт.). Акустическая съемка акватории Малого Моря, проведенная в 2007 г. оценила количество промыслового омуля в акватории в 2 млн шт. [5]. Эти данные убедительно показывают, что естественная биологическая емкость Малого Моря не способна обеспечить растущие потребности туристской индустрии данного района Байкала в омуле. Более того, с бурным развитием туризма в данном районе Байкала будет нарастать нагрузка на естественную экосистему и биоресурсы Малого Моря, сдерживать естественное воспроизводство данного вида рыбы с угрозой истощения его запасов.

Завоз мальков омуля в акваторию Малого Моря сразу с нескольких рыбопроизводных заводов БПТ, для обеспечения их ежегодного выпуска в требуемом количестве (110 млн), представляется невозможным. Это связано также и с тем, что лишь незначительная доля выпущенных в озеро мальков доживает до 4-5-летнего возраста.

Рыбоводный завод на Малом Море тоже представляется малоэффективным, как с экономической, так и с экологической точки зрения. Его строительство предусматривалось Программой комплексного социально-экономического развития Ольхонского района на 2014-2016 гг. с выде-

⁷ Официальный Портал Иркутской области. URL: <https://irkobl.ru/news/838178>.

лением прибрежной территории вблизи д. Сарма площадью 28 га. Основным инвестором выступало ООО «Байкальская рыба». Нормативные сроки строительства – 5-6 лет, объем инвестиций – 120 млн р., численность рабочих – 25 человек. Текущее содержание завода оценивалось в 15-18 млн р. Однако данный инвестпроект так и не был реализован.

В этой связи становятся актуальными комплексные и междисциплинарные эколого-экономические исследования, оценивающие эффективность искусственного зарыбления на Байкале, а также целесообразность строительства рыбоводных заводов вообще и в пределах акватории Малого моря, в частности.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект «Эколого-экономическая оценка функционирования пресноводных биогеоценозов, фундаментальные и прикладные аспекты», № гос. регистрации АААА-А19-119070190033-0, № МИНОБРНАУКИ 0279-2019-0003.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Аргунова Ю.Ю. История рыбного хозяйства Байкальского региона 1900-1980 гг.: диссертация ... кандидата исторических наук 07.00.02. – Иркутск, 2016. – 250 с.
1. Argunova Yu. Yu. History of fisheries of the Baikal region 1900-1980: dissertation ... Candidate of Historical Sciences 07.00.02. – Irkutsk, 2016. – 250 p.
2. Базов А.В., Базова Н.В. Селенгинское население Байкал-Омуля: прошлое, настоящее, будущее. / А.В. Базов, Н.В. Базова – Бурятский научный центр СО РАН, 2016. – 352 с.
2. Bazov A.V., Basova N. V. Selenginsky population of Baikal-Omul: past, present, future. / A.V. Bazov, N. V. Basova-Buryat Scientific Center SB RAS, 2016. – 352 p.
3. Дегтярев В.А. Распространение омуля (*Coregonus Autumnalis Migratorius*) в разных районах Байкала по акустическим данным / В.А. Дегтярев, П.П. Шерстянкин, Н.Г. Мельник – №152. // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, 2008. – С. 58-63.
3. Degtyarev V. A. Distribution of omul (*Coregonus Autumnalis Migratorius*) in different areas of lake Baikal on acoustic data. / V. A. Degtyarev, P. P. Sherstyankin, N. G. Miller – No. 152. // Proceedings of scientific-research fisheries center Pacific, 2008. – P. 58-63.
4. Кожов М., Мишарин К. (1943). Биология рыб и рыбный промысел в Малом море. / М. Кожов, К. Мишарин – Иркутск: Иркутское областное издательство, 1943. – 51 с.
4. Kozhov M., Misharin K. (1943). Biology of fish and fishing in the Small Sea. / M. Kozhov, K. Misharin-Irkutsk: Irkutsk Regional Publishing House, 1943. – 51 p.
5. Кудрявцев В.И., Дзюба Е.В. Гидроакустический учет ресурсов байкальского омуля. Справочники и определители по флоре и фауне озера Байкал. / В.И. Кудрявцев, Е.В. Дзюба – Новосибирск, Наука, 2009. – 243 с.
5. Kudryavtsev V. I., Dzyuba E. V. Hydroacoustic accounting of Baikal omul resources. Reference books and determinants on the flora and fauna of Lake Baikal. / V. I. Kudryavtsev, E. V. Dzyuba-Novosibirsk, Nauka, 2009. – 243 p.
6. Мамонтов А.М. Оценка общего улова омуля в озере Байкал / А.М. Мамонтов // География и природные ресурсы. – 2009. – №1. – С. 5-80.
6. Mamontov A.M. Assessment of the total catch of omul in Lake Baikal. // Geography and natural resources. – 2009. – No. 1. – pp. 5-80.
7. Потапова Е.В. Гармонизация рекреационных возможностей и растущего туристического потока на Байкальской природной территории / Е.В. Потапова, Я.А. Суходолов // Известия Байкальского Государственного Университета. – 2019. – Т. 29, №1. – С. 7-17.
7. Potapova E. V. Harmonization of recreational opportunities and growing tourist flow in the Baikal natural territory. / E. V. Potapova, Ya. A. Sukhodolov // Izvestiya Baikalskogo Gosudarstvennogo Universiteta. – 2019. – Vol. 29, No. 1. – From 7-17.
8. Смирнов В.В. О мерах по сохранению ресурсов байкальского омуля *Coregonus Migratorius* / В.В. Смирнов, Н.С. Смирнова-Залуми, Л.В. Суханова, А.И. Благодетелев // Бюллетень науки о рыболовстве. – 2015. – Т. 4, № 8. – С. 42-48.
8. Smirnov V. V. Smirnov, N. S. Smirnova-Zalumi, L. V. Sukhanova, A. I. Blagodetelev On measures to preserve the resources of the Baikal Whitefish omul *Migratorius*. – 2015. – Vol. 4, No. 8. – pp. 42-48.
9. Суходолов А.П. Байкальский регион как модельная территория устойчивого развития // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2010. – № 4. – С. 103-108.
9. Sukhodolov A. P. Baikal region as a model territory of sustainable development. // Proceedings of the Irkutsk State Academy of Economics, 2010, no. 4, pp. 103-108.
10. Суходолов А.П. Математическое моделирование в исследовании комплекса детерминантов незаконного вылова водных биоресурсов (омуля) в озере Байкал / А.П. Суходолов, А.П. Федотов, П.Н. Аношко, А.В. Колесникова, П.Г. Сорокина Н.В. Мамонова // Всероссийский Криминологический Журнал – 2020. – № 14. – С. 76-86.
10. Sukhodolov A. P. Mathematical modeling in the study of the complex of determinants of illegal fishing of aquatic bioresources (omul) in Lake Baikal. / A. P. Sukhodolov, A. P. Fedotov, P. N. Anoshko, A.V. Kolesnikova, P. G. Sorokina N. V. Mamonova // All – Russian Criminological Journal – 2020. – No. 14. – pp. 76-86.
11. Суходолов А.П. Математическое моделирование оценки численности байкальского омуля в системе социально-экономических и правовых аспектов экологической правонарушаемости / А.П. Суходолов, А.П. Федотов, М.М. Макаров, П.Н. Аношко, Е.В. Губай, В.И. Зоркальцев, А.В. Лебедева // Всероссийский Криминологический Журнал. – 2019. – № 13. – С. 757-771.
11. Sukhodolov A. P. Mathematical modeling of the Baikal omul population estimation in the system of socio-economic and legal aspects of environmental delinquency. / A. P. Sukhodolov, A. P. Fedotov, M. M. Makarov, P. N. Anoshko, E. V. Gubay, V. I. Zorkaltsev, A.V. Lebedeva // All – Russian Criminological Journal. – 2019. – No. 13. – pp. 757-771.
12. Суходолов А.П. Перспективы российско-монгольского сотрудничества в сфере международного туризма в Байкальском регионе (на примере туристического маршрута Байкал-Хубсугул) / А.П. Суходолов, В.В. Бережных // Baikal Research Journal. – 2011. – № 2. – С. 46-46.
12. A Sukhodolov P. the prospects of Russian-Mongolian cooperation in the sphere of international tourism in Baikal region (on the example of the tourist route, the Baikal-Khubsugul). / A. P. upland Vladimir Berezhnykh // Baikal-Research Journal. – 2011. – No. 2. – Pp. 46-46.
13. Суходолов А.П. Развитие рыбной промышленности Иркутской области / А.П. Суходолов, С.И. Виолин, О.В. Тетерина // Известия Иркутской Государственной Экономической Академии. – 2003. – № 2 (35). – С. 6-12.
13. Upland A. P. the Development of the fishing industry of the Irkutsk region. / A. P. upland, S. I. Violin, and O. V. Teterina // Proceedings of the Irkutsk State Economic Academy. – 2003. – № 2 (35). – Pp. 6-12.
14. Тулохонов А.К. О причинах и следствиях новых природоохранных ограничений на байкальской природной территории // Известия русского географического общества. – 2018. – Т. 150, № 5. – С. 48-55.
14. Tulokhonov A. K. On the causes and consequences of new environmental restrictions on the Baikal natural territory. // Izvestiya Russian Geographical Society. – 2018. – Vol. 150, No. 5. – pp. 48-55.
15. Dykhta, V., Sorokin, S. (2019). Feedback minimum principle for optimal control problems in discrete-time systems and its applications. Lecture Notes in Computer Science, vol. 11548, pp. 449-460.
15. Dykhta V., Sorokin S. (2019). The principle of minimum feedback for optimal control problems in discrete-time systems and its applications. Lecture Notes on Computer Science, volume 11548, pp. 449-460.

Россия ратифицировала Соглашение ФАО о мерах государства порта по борьбе с ННН рыбным промыслом 2009 года

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-27-33

Заслуженный деятель науки РФ, д-р юрид. наук, профессор **К.А. Бекашев** – советник Руководителя Росрыболовства; д-р юрид. наук, профессор **Д.К. Бекашев** – Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (МГИМО МИД России)

@ profbek@mail.ru;
dambek@yandex.ru

Ключевые слова:

Соглашение 2009 г.; ФАО; ННН рыбный промысел; меры государства порта; Российская Федерация; ратификация; законодательство; совершенствование

Keywords:

2009 Agreement; FAO; IUU fishing; port state measures; Russian Federation; ratification; legislation; improvement

RUSSIA RATIFIED THE FAO AGREEMENT ON PORT STATE MEASURES TO COMBAT IUU FISHING 2009

Honored Worker of Science of the Russian Federation, Doctor of Juridical Sciences, Professor **K.A. Bekyashev** - adviser to the Head of the Federal Agency for Fisheries; Doctor of Juridical Sciences, Professor **D.K. Bekyashev** – Moscow State Institute of International Relations (MGIMO MFA Russia), profbek@mail.ru; dambek@yandex.ru

The article examines the history of the development of the 2009 Agreement, analyzes in detail its main provisions. Taking into account the accession of the Russian Federation to this international treaty, recommendations and proposals for improving Russian legislation are prepared.

Президент Российской Федерации В.В. Путин 8 декабря 2020 г. подписал Федеральный закон «О ратификации Соглашения о мерах государства порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла» (далее – Соглашение 2009 г.). Согласно ст. 29, указанного международного договора, он вступает в силу для Российской Федерации через 30 дней после сдачи на хранение его документа о ратификации депозитарию, которым является Генеральный директор ФАО.

Таким образом, положения данного международно-правового акта становятся обязательными для нашей страны. В связи с этим, представляется целесообразным рассмотреть ключевые

нормы Соглашения 2009 г. и провести сравнительно-правовой анализ этого международного договора и действующего законодательства Российской Федерации.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА СОГЛАШЕНИЯ 2009 ГОДА

Согласно Целям устойчивого развития 14.4 и 14.6, в 2020 г. должен быть прекращен незаконный, несообщаемый и нерегулируемый рыбный промысел (ННН рыбный промысел). В ЦУР 14 рассматриваются основные достижения в применении международных документов и принятии новых. Международное сообщество активно стимулирует борьбу с ННН рыбным промыслом. В результате такого промысла, объемы которого достигают мил-

лионов тонн в год (по данным ФАО, примерно 20 млн т), мировая экономика теряет ежегодно несколько миллиардов долларов США.

Одним из первых международных документов, направленных на предотвращение ННН рыбного промысла, является Соглашение о мерах государства порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла 2009 года. В настоящее время оно является единственным универсальным международным договором, направленным непосредственно на борьбу с ННН рыбным промыслом.

Это Соглашение было одобрено Конференцией ФАО 22 ноября 2009 года. Сразу же после его одобрения оно было открыто для подписания в течение одного года. Соглашение вступило в силу 5 июня 2016 года. В Соглашении 2009 г. участвуют 62 государства. Оно было разработано по инициативе ФАО, в соответствии со ст. XIV Устава ФАО, которая гласит: «Конференция может принять решение большинством в 2/3 поданных голосов, в соответствии с правилами, принятыми Конференцией, одобрить и направить государствам-членам конвенции и соглашения, касающиеся вопросов продовольствия и сельского хозяйства.

На специальном мероприятии высокого уровня по случаю вступления Соглашения 2009 г. в силу, проходившем в рамках 32-й сессии Комитета по рыболовству ФАО в июне 2016 г., Генеральный директор ФАО Жозе Грациано да Силва отметил, что будущие поколения оценят важность этого достижения. Он выразил надежду, что все больше и больше стран присоединятся к этому Соглашению и тем самым продемонстрируют свою приверженность международно-правовым принципам и принципам устойчивого рыболовства. По словам Генерального директора ФАО, на глобальном уровне объем ежегодного ННН-промысла достиг 26 млн т, стоимостью до 23 млрд долл. США. ННН-промысел ставит под угрозу не только морские экосистемы, но и лишает источников средств к существованию и продовольствию миллионы рыбаков по всему миру. Президент Республики Гвинея Альфа Конде в своем выступлении подчеркнул, что незаконный лов рыбы угрожает не только мировой торговле, но и создает реальную угрозу для продовольственной безопасности и питания в Африке, где серьезно обеспокоены распространенной практикой ведения ННН-промысла в африканских водах. В свою очередь, Генеральный директор Директората по морским делам и рыболовству Европейской комиссии Жоао Агуиар Мачадо, выступая от имени 28 стран-членов ЕС, отметил приверженность Союза борьбе с ННН-промыслом, а также призвал страны вносить взносы в Целевой фонд (согласно ст. 21 Соглашения 2009 г.), который будет оказывать помощь развивающимся странам для выполнения ими обязательств по Соглашению о мерах государства порта [1].

Как заметил Генеральный директор ФАО Жозе Грациано да Силва, Соглашение 2009 г. предусматривает минимальный набор стандартных мер

В статье рассмотрена история разработки Соглашения 2009 г., подробно проанализированы его основные положения. С учетом присоединения Российской Федерации к этому международному договору, подготовлены рекомендации и предложения по совершенствованию российского законодательства.

для государства порта, применяемых при заходе в порт иностранных судов или их стоянке в порту. По мнению главы ФАО, благодаря применению определенных процедур и других инспекционных и обеспечивающих соблюдение закона мер, с целью проверки, не занимались ли такие суда ННН рыбным промыслом, можно предотвратить поступление на национальные и международные рынки рыбы, выловленной в результате незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла рыбного промысла, лишая тех, кто в нем участвует, возможностей продолжать такого рода деятельность. Эффективное применение Соглашения 2009 г. требует наличия действенных политических, правовых, институциональных и оперативных механизмов [2].

Безусловно, Соглашение 2009 г. само по себе не может решить глобальные проблемы ННН-промысла. Они должны рассматриваться комплексно и по отдельности, взаимно дополнять друг друга. Однако, блокируя движение ННН выловленной рыбы в портах и на национальных и международных рынках, а также контроль за деятельностью судов, занятых в ННН-промысле, должны создать трудности для незаконного промысла и сохранить рентабельность, как стимул для рыбаков, продолжать участие в таком рентабельном промысле и связанной с этим деятельности [3].

Соглашение 2009 г. состоит из преамбулы, 37 статей и 4 приложений. Рассмотрим его ключевые положения.

ПРЕАМБУЛА СОГЛАШЕНИЯ 2009 ГОДА

Преамбула Соглашения 2009 г. содержит ряд принципиальных положений, которые подлежат комментированию.

Во-первых, в преамбуле указано, что государства вправе, при осуществлении своего суверенитета над портами, расположенными на их территории, принимать более строгие меры в соответствии с международным правом. Возникают вопросы: а) какие меры?; б) более строгие меры по сравнению с какими мерами?; в) предусмотрены ли в международном праве такие меры?

Согласно ст. 11 Конвенции ООН по морскому праву 1982 г. порты и постоянные портовые сооружения рассматриваются как часть берега. Следовательно, на них в полной мере распространяется суверенитет прибрежного государства.

В 1923 г. в рамках Международного морского комитета была разработана Конвенция о режиме судов в иностранных портах. Но она в силу не вступила.

О правовом статусе иностранных судов в портах прибрежных государств упоминается в ряде конвенций ИМО, например, в Конвенции о предотвращении загрязнения моря нефтью 1973 г.,

в Конвенции об охране человеческой жизни на море 1972 г., а также в Парижском, Токийском, Карибском, Африканском меморандумах [4].

Так, в Парижском меморандуме 1982 г. регламентирован отказ в заходе судов в порты или на рейдовые стоянки. Такой отказ может быть запрещен, если судно несет флаг государства, находящегося в сером списке, вследствие нарушения норм по безопасности мореплавания (раздел 4).

Некоторые вопросы статуса и обязанностей иностранных судов в портах предусмотрены также в Конвенции МОТ о труде в морском судоходстве 2006 г. и Конвенции МОТ о труде в рыболовном секторе 2007 года. В частности, пункт 2 ст. 43 Конвенции 2007 г. позволяет государству, в порт которого заходит иностранное рыболовное судно, принимать меры, необходимые для улучшения условий на борту судна, которые явно представляют угрозу для безопасности и здоровья рыбаков. В целом, отметим, что в принимаемых в последнее время международно-правовых актах, прослеживается четкая тенденция, которая позволяет государству, в порт которого заходят те или иные суда иностранных государств, принимать в отношении них меры, если идет речь о безопасности людей, находящихся на борту таких судов [5].

В преамбуле Соглашения 2009 г. указывается на то, что в нем учтены соответствующие положения Конвенции ООН по морскому праву 1982 г., Соглашения о трансграничных рыбных запасах и запасах далеко мигрирующих видов 1995 г., Соглашения о содействии соблюдению рыболовными судами в открытом море международных мер по сохранению живых ресурсов и управлению ими 1993 г., Кодекса ведения ответственного рыболовства 1995 года. Возникает вопрос, о каких положениях идет речь?

Например, согласно ст. 21 Соглашения 1995 г. государство порта имеет право и обязано принимать, сообразуясь с нормами международного права, меры к тому, чтобы способствовать эффективности субрегиональных, региональных и всемирных мер по сохранению и управлению. При принятии таких мер государство порта не подвергает суда какого-либо государства формальной или фактической дискриминации.

Государство порта может, в частности, проверить документацию, орудия лова и улов на борту рыболовных судов, когда такие суда добровольно находятся в его портах или на его рейдовых причалах.

Государства могут принимать правила, уполномочивающие соответствующие национальные власти запрещать выгрузку и перевалку, когда было установлено, что улов получен таким образом, который подрывает эффективность субрегиональных, региональных или всемирных мер по сохранению и управлению в открытом море.

В других, перечисленных выше международно-правовых актах, правовой режим портов в части захода судов не затрагивается.

Подчеркнем, что высший орган ООН – Генеральная Ассамблея уделяет самое пристальное внимание проблемам устойчивого рыболовства в Мировом океане. Среди этих проблем на первом месте, безусловно, находятся вопросы ННН рыб-

ного промысла. Например, в своей Резолюции 74/18 «Обеспечение устойчивого рыболовства», принятой 10 декабря 2019 г., содержится раздел «Незаконный, несообщаемый и нерегулируемый рыбный промысел». В нем имеются соответствующие положения о Соглашении 2009 года.

Во-первых, Генеральная Ассамблея ООН одобрила ратификацию государствами этого Соглашения и рекомендовала государствам и региональным организациям экономической интеграции рассмотреть вопрос о его ратификации, принятии, одобрении или присоединении к нему, отмечая при этом важность того, чтобы его сторонами, при первой же возможности, становились крупные государства порта.

Во-вторых, Генеральная Ассамблея ООН поддержала программу ФАО по наращиванию потенциала по облегчению и поддержке содействия Соглашения 2009 г. и способствует тем самым формированию национального потенциала как у участвующих, так и у не участвующих в этом Соглашении стран, в том числе – укреплению институционального, оперативного и правоприменительного потенциала развивающихся стран, в целях получения максимальной выгоды от его реализации.

Генеральный секретарь ООН в своем докладе за 2019 г. «Мировой океан и морское право» поддержал усилия государств и ФАО по принятию глобальной системы обмена информацией относительно имплементации Соглашения 2009 года.

Преамбула Соглашения 2009 г. провозглашает принцип первоочередной ответственности государства флага в рамках международного права. Эта норма давно трансформировалась в общепризнанный принцип международного и рыболовного права.

В частности, согласно статье 217 Конвенции 1982 г., государства обеспечивают соблюдение судами, плавающими под флагом или зарегистрированными в них, применяемых международных норм и стандартов, установленных через международные организации.

Соглашение 1995 г. о трансграничных запасах подробно определяет обязанности государства флага. Государство, суда которого ведут рыбный промысел в открытом море, принимает необходимые меры к обеспечению того, чтобы суда, плавающие под его флагом, соблюдали субрегиональные и региональные меры по сохранению и управлению и чтобы такие суда не занимались какой бы то ни было деятельностью, подрывающей эффективность таких мер.

Государство флага должно осуществлять контроль за такими судами и обеспечивать, чтобы суда под его флагом не занимались ННН рыбным промыслом.

ЦЕЛИ СОГЛАШЕНИЯ 2009 Г. И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Целью Соглашения 2009 г. является предотвращение, сдерживание и ликвидация ННН рыбного промысла путем применения эффективных мер государства порта и таким образом обеспечение долгосрочного сохранения и устойчивого использования живых морских ресурсов и морских экоси-

стем. Как явствует из вышеизложенного, государство порта должно принимать эффективные меры для предотвращения незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла рыбного промысла. Однако ни в одной статье не дается его определения или хотя бы признаков этого понятия, что, безусловно, затрудняет применение его положений.

Каждая сторона в качестве государства порта применяет настоящее Соглашение 2009 г. в отношении судов, не уполномоченных находиться под ее флагом и запрашивающих доступ в ее порты или находящиеся в одном из ее портов, за исключением следующих 2-х случаев: а) судов какого-либо соседнего государства, занятых кустарным промыслом для обеспечения средств к существованию при условии, что упомянутые государства порта и государства флага сотрудничают в целях обеспечения или связанной с промыслом деятельностью в поддержку такого промысла; б) судов-контейнеров, которые не перевозят рыбу или в случае перевозки рыбы, то только ту, которая ранее была выгружена, при условии, что нет явных оснований предполагать, что эти суда были заняты промысловой деятельностью в поддержку ННН рыбного промысла.

Статья 3 предусматривает возможность исключения некоторых судов из действия Соглашения 2009 года. Так, любая Сторона в качестве государства порта может принять решение о неприменении Соглашения 2009 г. в отношении судов, зафрахтованных ее гражданами исключительно с целью ведения промысла в районах ее национальной юрисдикции.

Рассматриваемое Соглашение применяется к промыслу, проводимому в морских районах, который является незаконным, несообщаемым или нерегулируемым и к связанной с промыслом деятельности в поддержку такого промысла.

ПРАВОВАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ЗАХОДА СУДОВ В ПОРТЫ

Согласно ст. 7 Соглашения 2009 г., каждая Сторона назначает порты, в которых суда могут запрашивать заход. Такое государство публикует информацию о портах и направляет ее в ФАО.

Государство порта до представления какому-либо суду разрешения на заход в свой порт требует предоставления в качестве минимального стандарта следующую информацию: предполагаемый порт захода; государство порта; расчетные дату и время прибытия; цель; название порта и дата последнего захода в порт; название судна; государство флага; тип судна; свидетельство о регистрации; ID ИМО судах; внешний ID; ID РФМО; СМС; размер судна; имя и гражданство капитана судна; соответствующие разрешения; информацию о перегрузке; общий улов на борту.

После получения этой информации, а также дополнительной информации о том, было ли это судно занято в ННН рыбном промысле, Сторона порта принимает решение о разрешении или отказе на заход в порт такого судна и сообщает об этом судну или его представителю.

Однако государство порта может разрешить заход в свои порты судну в целях проведения ин-

спекции данного судна и принятии иных соответствующих действий в соответствии с международным правом.

Если судно находится в порту по какой-либо другой причине, Сторона отказывает такому судну в использовании ее портов для выгрузки, перегрузки, упаковки и переработки рыбы и для иного портового обслуживания, включая пополнение топливом и запасами, ремонт и постановку на сухой док (речь, например, идет о судах, включенных в список ННН рыбного промысла).

Однако нельзя отказать в заходе судна при форс-мажорных обстоятельствах или бедствии.

ПОРЯДОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРТОВ

Статья 11 Соглашения 2009 г. позволяет отказывать судну в использовании порта для выгрузки, перегрузки, упаковки и переработки рыбы, которая ранее не выгружалась, и для иного портового обслуживания, включая, помимо прочего, пополнение топливом и запасами, ремонт и постановку в сухой док, если:

а) Сторона обнаруживает, что данное судно не имеет действующего и применимого разрешения на ведение промысла или связанной с промыслом деятельностью, требуемого его государством флага;

б) Сторона обнаруживает, что данное судно не имеет действующего и применяемого разрешения на ведение промысла;

в) Сторона получает явное доказательство того, что находящаяся на борту рыба была выловлена в нарушение соответствующих требований прибрежного государства в отношении районов, находящихся под национальной юрисдикцией данного государства;

г) Государство флага не подтверждает в течение разумного периода времени по запросу государства порта, что находящаяся на борту рыба была выловлена в соответствии с применяемыми требованиями соответствующей РФМО с должным учетом соответствующих требований Соглашения 2009 года;

д) Сторона имеет разумные основания полагать, что данное судно иным образом участвовало в ННН рыбном промысле или связанной с промыслом деятельностью в поддержку такого промысла.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИНСПЕКЦИИ И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Каждая Сторона инспектирует такое количество судов в своих портах, которое требуется для достижения годового уровня инспекций, достаточного для достижения цели Соглашения 2009 года.

При определении того, какие суда инспектировались, Сторона прежде всего обращает внимание на:

а) суда, которым было отказано в заходе в порт или его использовании;

б) запреты других соответствующих Сторон, государств или РФМО об инспектировании определенных судов, особенно если такие запросы сопровождаются доказательством ведения ННН рыбного промысла или связанной с промыслом деятельности в поддержку такого промысла данным судном;

в) иные суда, в отношении которых имеются явные основания предполагать, что они были заняты ННН рыбным промыслом или связанной с промыслом деятельностью в поддержку такого промысла.

Каждая Страна при проведении инспекции:

а) проводит ее инспекторами, имеющими соответствующую квалификацию и уполномоченными для этой цели;

б) обеспечивает, чтобы до проведения осмотра инспекторы предъявляли капитану судна соответствующий документ, удостоверяющий инспекторов как таковых;

в) обеспечивает, чтобы инспекторы проверяли все соответствующие помещения на судне, находящуюся на борту рыбу, сети и любые иные орудия лова, оборудование и любой документ или записки, имеющиеся на борту, уместные для подтверждения соблюдения соответствующих мер по сохранению и управлению;

г) требует от капитана судна предоставления инспекторам необходимого содействия и информацию, а также предъявления соответствующих материалов и документов, которые могут потребоваться как их заверенных копий;

д) в случае соответствующих договоренностей с государством флага данного судна, предлагают данному государству участвовать в инспекции;

е) прилагает все возможные усилия для избегания необоснованной поддержки судна с целью сведения до минимума вмешательства и неудобства, включая любое присутствие инспекторов на борту, не обусловленное необходимостью, а также избегания действия, которое могло бы негативно повлиять на качество рыбы на борту;

ж) прилагает все возможные усилия для содействия связи с капитаном или старшим командным составом экипажа, в том числе, если это возможно и необходимо, сопровождение инспектора переводчиком;

з) обеспечивает, чтобы инспекции проводились справедливым, открытым и недискриминационным образом и не представляли бы собой беспокоящие действия в организации какого-либо судна;

и) не препятствует возможности капитана, согласно международному праву, связаться с властями государства флага.

Отметим, что четкое закрепление в законодательстве государств полномочий инспекторов при осмотре иностранных рыболовных судов – один из ключевых вопросов. Даже правильно обученные инспекторы могут действовать эффективно лишь при наличии у них соответствующих юридических полномочий [6].

Результаты инспекции излагаются в письменном отчете, который включает в себя около 50 пунктов. В частности, в нем указывается имя основного инспектора, начало и завершение инспекции, название судна, государство флага, порт приписки, владелец судна, имя и гражданство капитана, оценка выгруженного улова, проверка промыслового журнала.

Страна передает результаты каждой инспекции государству флага, а также государству,

гражданином которого является капитан судна, соответствующим региональным ведомствам по управлению рыболовством, ФАО и иным международным организациям.

Если после проведения инспекции имеются явные основания полагать, что судно принимало участие в ННН рыбном промысле или связанной с промыслом деятельностью в поддержку такого промысла, то инспектирующая Страна:

а) незамедлительно уведомляет государство флага и, если уместно, соответствующие прибрежные государства, РФМО, а также государство, гражданином которого является капитан данного судна, о своих выводах;

б) отказывает судну в использовании своего порта для выгрузки, перегрузки, упаковки и переработки рыбы, которая ранее не была выгружена, и для иного портового обслуживания, включая, помимо прочего, пополнение топливом и запасами, ремонт и постановку в сухой док, если эти меры уже не были приняты в отношении данного судна таким образом, который соответствует Соглашению 2009 года.

Однако, независимо от этого, Страна не отказывает вышеотмеченному судну в пользовании портовыми услугами, имеющими существенное значение для безопасности и здоровья экипажа или безопасности судна.

Рассматриваемое Соглашение предусматривает право владельцу, капитану или представителю судна обратиться в суд своего государства с иском заявлением в отношении государства порта.

РОЛЬ ГОСУДАРСТВА ФЛАГА

В соответствии со ст. 20 Соглашения 2009 г., каждая Страна предписывает судам, имеющим право находиться под ее флагом, сотрудничать с государством порта в ходе инспекций, проводимых в соответствии с этим Соглашением.

Если Страна имеет явные основания полагать, что судно, имеющее право находиться под ее флагом, было занято ННН рыбным промыслом или связанной с промыслом деятельностью в поддержку такого промысла и запрашивает заход или находится в порту другого государства, то данная Страна при необходимости запрашивает это государство об инспектировании указанного судна или о принятии иных мер в соответствии с Соглашением 2009 года.

Основные обязанности государства флага изложены в ст. 20 Соглашения 2009 г. и заключаются в следующем.

Каждая Страна обеспечивает, чтобы суда, имеющие право находиться под ее флагом, занимались выгрузкой, перегрузкой, упаковкой и переработкой рыбы и получали иное портовое обслуживание в портах государств, действующих согласно Соглашению 2009 г. или способом, соответствующим ему. Стороны призываются разработать, в том числе в рамках региональных организаций по управлению рыболовством и ФАО, справедливый, открытый и недискриминационный порядок идентификации государств, которые могут действовать

не в соответствии с Соглашением 2009 г. или способом, не соответствующим ему.

Каждая Сторона в качестве государства флага сообщает иным Сторонам, соответствующим государствам порта и, если это уместно, другим соответствующим государствам, региональным организациям по управлению рыболовством и ФАО о действиях, предпринятых в отношении судов, имеющих право находиться под ее флагом, которые в результате мер государства порта выявлены в качестве принимающих участие в ННН рыбном промысле или связанной с промыслом деятельности в поддержку такого промысла.

УРЕГУЛИРОВАНИЕ СПОРОВ

В части 7 Соглашения 2009 г. перечислены средства разрешения споров, которые корреспондируются со ст. 33 Устава ООН. Такими средствами являются консультации спорящих Сторон, переговоры, посредничество, примирение, арбитраж, правовое разбирательство или иные средства.

Любой спор такого рода, не разрешенный указанными выше средствами, может быть передан в Международный суд ООН, Международный трибунал по морскому праву или арбитраж.

Соглашение 2009 г. подлежит ратификации, принятию или одобрению подписантами. Как было сказано выше, в этом Соглашении участвуют 62 государства и ЕС.

Отметим, что некоторые государства-участники Соглашения 2009 г. приняли развернутые законодательные акты, которые вытекают из обязательств, закрепленных в этом международном договоре.

Например, в США принят Кодекс, в главе 16 которого изложена позиция США по некоторым положениям Соглашения 2009 года. Министр торговли или кто-то от его имени назначает и публикует порты, в которые суда могут войти. Он предоставляет уведомление об отказе в заходе в порт или использовании портовых услуг.

Министр может запросить у государства флага иностранного судна подтверждение того, что рыба на борту такого судна, находящегося в порту, была выловлена в соответствии с применимыми региональными организациями по управлению рыболовством, мерами по сохранению и управлению.

Судно, стремящееся войти в порт США, должно предоставить Департаменту береговой охраны информацию до своего прибытия в порт. На основе этой информации Департамент принимает решение о разрешении или запрещении захода судна в порт.

Департамент береговой охраны может отказать в заходе судна в порт, если: судно внесено в список ННН-судов, или у министра торговли есть разумные основания полагать, что судно участвовало в ННН рыбном промысле или связанной с рыболовством деятельностью в поддержку такого промысла; судно вошло в порт без разрешения; государство флага судна не предоставило подтверждение, запрошенное Департаментом, что рыба на борту была выловлена в соответствии с применимыми мерами региональных организаций по управлению рыболовством; находящаяся на борту рыба была выловлена в нарушение зако-

нодательства любого государства или мер, принятых региональными организациями по управлению рыболовством.

В Кодексе США имеется ряд положений, которых в Соглашении 2009 г. нет. Например, согласно §7407 (1) любое иностранное судно (включая рыболовные снасти, оборудование, мебель и грузы) и любая рыба, импортируемая или находящаяся во владении, в связи или в результате совершения какого-либо действия, запрещенного Кодексом, подлежат конфискации согласно пункту 1860 этого Кодекса.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ И СОГЛАШЕНИЕ 2009 ГОДА

В Российской Федерации уделяется большое внимание вопросам охраны водных биоресурсов. В частности, реализуется, утвержденный распоряжением Правительства России от 25 декабря 2013 г. № 2534-р, национальный план действий по предупреждению, сдерживанию и ликвидации незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла. Этот план предусматривает развитие международного сотрудничества в области противодействия ННН рыбному промыслу, усиление административных и уголовных санкций. Среди мер, реализуемых в рамках национального плана – система подтверждения законности происхождения уловов и продукции из них, вывозимых из России и ввозимых в нашу страну [7].

Российская Федерация принимала активное участие в разработке проекта Соглашения 2009 года. Один из авторов данной статьи – К.А. Бекашев был членом Рабочей группы ФАО по подготовке концепции этого Соглашения и его ключевых статей.

Отметим, что Россия подписала указанное Соглашение 29 апреля 2010 года. Однако для вступления в силу для нашей страны этого было недостаточно, поскольку необходима была его ратификация. Потребовалось чуть более 10 лет, чтобы наша страна осуществила эту процедуру.

Поскольку для Российской Федерации Соглашение 2009 г. теперь является юридически обязательным, возникает вопрос: соответствует ли ему действующее российское законодательство?

1. *Кодекс торгового мореплавания 1999 г. (КТМ РФ)*. В ст. 76 этого Кодекса перечислены функции капитана морского порта. Разумеется, функций по обеспечению выполнения Соглашения 2009 г. в ней нет. В этой связи следует принять Федеральный закон о дополнении ст. 76 КТМ РФ следующим абзацем: «дает разрешения на заход иностранных рыболовных судов в порт и выход из морского порта, в соответствии с Соглашением о мерах государства порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла от 22 ноября 2009 года».

2. *Федеральный закон «О морских портах в Российской Федерации» 2007 года*. В целях имплементации Соглашения 2009 г. предлагается в этот закон внести следующие дополнения:

- в ст. 8 внести следующее дополнение: «Государственное регулирование деятельности в морском порту осуществляется в целях обеспечения:

11) предотвращения незаконного, несообщаемого и нерегулируемого рыбного промысла;

- в п. 1 ст. 8.1 после слов «охраны окружающей среды» добавить «предотвращения ННН рыбного промысла»;

- статью 11, в которой говорится о функциях капитана морского порта дополнить новым пунктом: «принимает в пределах законодательства Российской Федерации меры по предотвращению ННН рыбного промысла».

Кроме того, по словам руководителя Росрыболовства И.В. Шестакова, «требуется внести поправки в Федеральный закон о морских портах в Российской Федерации в части о наделении Росрыболовства полномочиями ведения национального списка ННН-судов и координирующего центра для прямого международного обмена информацией с региональными организациями по регулированию рыболовства в части выполнения Соглашения» [8].

3. ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации» 1998 года. Данный нормативный правовой акт регламентирует порядок захода иностранных судов в российские морские порты (ст. 6). На наш взгляд, в данной статье следует отразить особенности захода иностранных рыболовных судов в соответствии с Соглашением 2009 года.

В ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации» следует предусмотреть возможности отказа в заходе в морской порт или постановке на якорь на подходах к морскому порту иностранного судна, оборудованного для использования на промысле или связанного с промысловой деятельностью, в случае если его участие в ННН рыбном промысле доказано.

4. ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» 2004 года. В базовом законе практически нет ни слова о предотвращении ННН рыбного промысла. После ратификации Российской Федерацией Соглашения 2009 г. в данный Федеральный закон необходимо включить главу под условным названием «Предупреждение, сдерживание и ликвидация незаконного, несообщаемого и нерегулируемого рыбного промысла». В дальнейшем необходим самостоятельный федеральный закон, касающийся предотвращения ННН рыбного промысла.

Помимо указанных дополнений в федеральные законы, следует также разработать и утвердить дополнения и изменения на уровне Правительства Российской Федерации. Например, таковыми могут быть утвержденные постановлениями Кабинета министров инструкции о порядке захода судов в морские порты: порядок подачи запроса о заходе, данные о судне и разрешениях, информация об экипаже и грузе, о маршруте судна, включая районы промысла и т.д.

Другая инструкция должна детально определять порядок использования судами (в частности, иностранными) российских морских портов, например, она должна определять порядок выгрузки, перегрузки, упаковки и переработки рыбы. Инструкция должна определять процедуру принятия решений к судам, допустившим ННН рыбный промысел.

Правительство России должно утвердить также инструкцию для инспекторов. В частности, инспекторы должны удостовериться насколько это возможно в том, что имеющаяся на борту документация по идентификации судна и информация, касающаяся владельца судна, является верной. Он будет удостоверяться о подлинности разрешения на промысел. Инспектор будет осматривать орудия лова, трюмы и цеха. Инспектор оценит, имеются ли явные основания полагать, что судно принимало участие в ННН рыбном промысле или связанной с промыслом деятельности в поддержку такого промысла.

Отдельные вопросы, вытекающие из выполнения Соглашения 2009 г., должны быть урегулированы нормативными правовыми актами Минтранса России, Минсельхоза России и других федеральных органов исполнительной власти.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бекашев Д.К., Оганов А.А. Итоги 32-й сессии Комитета по рыболовству ФАО и перспективы международного рыбохозяйственного сотрудничества / Д.К. Бекашев, А.А.Оганов // Рыбное хозяйство. – 2016. – №4. – С. 37-48.
1. Bekyashev D. K., Oganov A. A. the results of the 32nd session of the Committee on fisheries of FAO and the prospects for international fisheries cooperation / D. K. Bekyashev, A. A. Okhanov // fisheries. – 2016. – No. 4. – P. 37-48.
2. Предисловие Генерального директора ФАО // Соглашение о мерах государства порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла. Рим: ФАО, 2016. – 48 с.
2. Foreword by the Director General of FAO, / / the Agreement on port state measures to prevent, deter and eliminate illegal, unreported and unregulated fishing. Rome: FAO, 2016. – 48 p.
3. Douman D., Swan J. A Guide to the Background and Implementation of the 2009 FAO Agreement on Port State Measures to Prevent, Deter and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing // FAO Fisheries and Aquaculture Circular N°1074 FAO. Rome. 2012. – 165 p.
4. Бекашев К.А. Морское рыболовное право: учебник. – 3-е изд., доп. И испр. – Москва: Проспект. – 2021. – 640 с.
4. Bekyashev K. A. Sea fishing law: textbook. - 3rd ed., add. And ispr. - Moscow: Prospekt. - 2021. - 640 p.
5. Бекашев Д.К. Конвенция МОТ о труде в рыболовном секторе. Пособие с комментариями. Москва, 2008. – 188 с.
5. Bekyashev D. K. ILO Convention on Labour in the Fishing sector. Article-by-article comment. Moscow, 2008. - 188 p.
6. Бекашев Д.К. Международно-правовые проблемы управления рыболовством: монография. – Москва Проспект, 2017. – 512 с.
6. Bekyashev D. K. International legal problems of fisheries management: monograph. - Moscow Prospekt, 2017. - 512 p.
7. Бекашев К.А. Правовые основы рыболовной политики Российской Федерации на международной арене. / К.А. Бекашев, Д.К. Бекашев // Рыбное хозяйство. – 2019. – №6. – С. 26-30.
7. Bekyashev K. A. Legal foundations of the fishing policy of the Russian Federation in the international arena. - 2019. - No. 6. - pp. 26-30.
8. Илья Шестаков: ратификация Соглашения о мерах государства порта по борьбе с ННН-промыслом поможет предотвратить ущерб запасам Мирового океана и продовольственной безопасности страны [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://fish.gov.ru/obiedinnennaya-press-sluzhba/novosti/32171-ilya-shestakov-ratifikatsiya-soglasheniya-o-merakh-gosudarstva-porta-po-borbe-s-nnn-promyslom-pomozhet-predotvratit-ushcherb-zapasm-mirovogo-okeana-i-prodovolstvennoj-bezopasnosti-strany> (дата обращения 16.12.2020).
8. Ilya Shestakov: Ratification of the Agreement on Port State Measures to Combat IUU Fishing will help prevent damage to the World's ocean reserves and the country's food security [Electronic resource] // Access mode: <http://fish.gov.ru/obiedinnennaya-press-sluzhba/novosti/32171-ilya-shestakov-ratifikatsiya-soglasheniya-o-merakh-gosudarstva-porta-po-borbe-s-nnn-promyslom-pomozhet-predotvratit-ushcherb-zapasm-mirovogo-okeana-i-prodovolstvennoj-bezopasnosti-strany> (accessed 16.12.2020).

Динамика вылова основных промысловых видов рыб в морях Дальнего Востока

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-34-41

Д-р биол. наук **Н.П. Антонов**,
д-р биол. наук **Е.Н. Кузнецова** –
Всероссийский научно-
исследовательский
институт рыбного хозяйства
и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва)

@ antonov@vniro.ru

Ключевые слова:

промысел, вылов,
дальневосточные моря,
водные биологические
ресурсы (ВБР), минтай,
сельдь, треска, камбалы,
сардина иваси, скумбрия,
сайра

Keywords:

fishing, catch, Far Eastern
seas, living marine resources
(LMR), walleye Pollock,
herring, cod, flounder,
Japanese sardine, mackerel,
saury

THE CATCH DYNAMICS OF MAIN COMMERCIAL FISH SPECIES IN THE FAR EAST SEAS

Doctor of Biological Sciences **N. P. Antonov**;
doctor of Biological Sciences **E. N. Kuznetsova** –
All-Russian Research Institute of fisheries and oceanography
(Federal state scientific institution "VNIRO", Moscow), antonov@vniro.ru

The materials on the retrospective and current catch of marine fish species in the Far Eastern region are presented. In the Far Eastern seas, from 3.0 to 3.4 million tons of LMR are captured, constituting more than 2/3 of the total Russian catch. In 2019, the catch of commercial fishes, for which the TAC is set, amounted to 2.3 million tons. The catch structure is dominated by walleye Pollock (75%), herring (11%), cod (6%), and flounder (3 %), saffron cod (2.5%). The catch of non-quota species in the region amounted to 354.6 thousand tons. The most important species in the 2019 were Japanese sardine (37%), herring (35%), mackerel (10%), gobies (8%), flounder (5%) and rays (2%). The analysis of the current state of the resource base in the Far Eastern region shows good prospects for national fishery.

После распада СССР отечественное рыболовство претерпело несколько этапов в своем развитии. При переходе от плановой системы Государственного управления рыбными запасами к рыночной экономике вопросы взаимодействия государственного управления с коммерческими рыбодобывающими организациями были отрегулированы не сразу.

До 2001 г. квоты на вылов распределялись между субъ-

ектами Федерации приморских областей, затем между предприятиями внутри субъектов. Основным принципом при подготовке рекомендаций было освоение выделенных предприятиям квот за предыдущий год. Такой механизм распределения квот был достаточно закрытым и способствовал значительным злоупотреблениям [1-3]. В 2001 г. по инициативе Минэкономразвития было решено 21% квот,

включающих наиболее востребованные объекты, продавать на аукционах. Механизм распределения квот имел свои недостатки. В аукционах смогли принять участие в основном только крупные рыбопромышленники, значительную долю квот приобрели иностранные судовладельцы. Увеличился ННН-промысел за счет стремления рыбопромысловых предприятий компенсировать расходы на покупку ресурса. В 2003 г. был изменён подход к распределению водных биологических ресурсов (ВБР). Введена прозрачная система распределения водных биоресурсов и управления рыболовством, включающая «исторический принцип» закрепления квот.

В 2005 г. в действие вступил Федеральный Закон от 20 декабря 2004 г. 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» [4]. На основании этого закона формируется современная нормативная правовая база управления ВБР.

Перечень видов водных биоресурсов, на которые устанавливается общий допустимый улов (ОДУ) утверждается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим нормативно-правовое регулирование в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов. Внесением изменений в Федеральный Закон 166-ФЗ от 03.12.2008 г. № 250-ФЗ [5] установлено, что общий допустимый улов устанавливается в отношении не всех водных биоресурсов, а только – наиболее ценных, либо наиболее подверженных антропогенному воздействию видов. Определением ресурсного потенциала ВБР занимаются отраслевые научно-исследовательские институты.

При определении меры регулирования (ОДУ или рекомендованного вылова) учитываются состояние ресурсов, биологические особенности, их востребованность, доступность и другие факторы. Величина уловов определяется биологическим состоянием объектов, величиной промысловых усилий, которые, в свою очередь, зависят от возможностей рыбохозяйственных организаций, интереса к различным ресурсам, определяемого спросом, конъюнктурой и, в ряде случаев, приоритетностью заинтересованности к объектам, обитающим на конкретной акватории [6].

Благодаря законодательному регулированию и возможностям отечественной сырьевой базы рыбной промышленности, за последние годы достигнуты высокие показатели вылова водных биологических ресурсов. В современный период российский вылов составляет около 5,0 млн т, что важно для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации и реализации концепции здорового питания населения страны, в частности – достижения, установленных в приказе Минздравсоцразвития России от 19 августа 2016 г. № 614, показателей потребления рыбы и рыбной продукции [7].

Значительный вклад в отечественный промысел вносит Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн, который традиционно назы-

Представлены материалы по ретроспективному и современному вылову морских видов рыб дальневосточного региона. В дальневосточных морях добывается от 3,0 до 3,4 млн т ВБР, что составляет более 2/3 российского вылова. В 2019 г. вылов морских видов ВБР, на которые устанавливается ОДУ, составил 2,3 млн тонн. В структуре вылова доминирует минтай (75%), большое значение имеют также сельди (11%), треска (6%), камбалы (3%), навага (2,5%). Вылов неквотируемых видов в регионе составил 354,6 тыс. тонн. Наиболее значимыми в промысле 2019 г. были сардина иваси (37%), сельдь (35%), скумбрия (10%), бычки (8%), камбалы (5%) и скапы (2%). Анализ современного состояния сырьевой базы дальневосточного региона показывает хорошие перспективы для отечественного промысла.

вают рыбным цехом России. В Дальневосточном регионе ежегодно добывают от 3,0 до 3,4 млн т ВБР, что составляет более 2/3 от общего вылова (рис. 1) страны. В 2019 г., по данным статистической отчетности 1-П (рыба), общий вылов водных биоресурсов в регионе составил 3,45 млн т, из которых более 67% – рыбы.



Рисунок 1. Динамика российского вылова в 2000-2019 годы водных биоресурсов
Figure 1. Dynamics of the Russian catch in 2000-2019

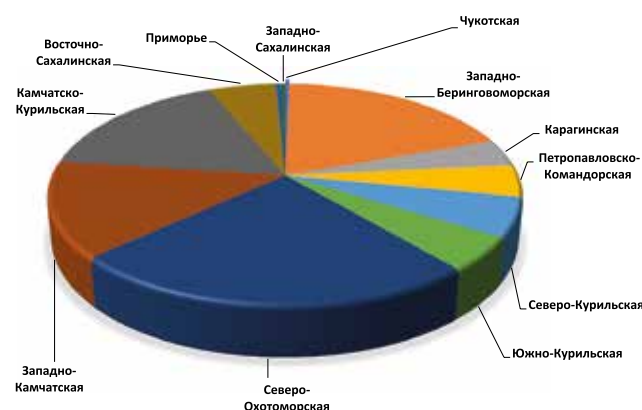


Рисунок 2. Распределение вылова квотируемых морских рыб по районам промысла в 2019 году Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне
Figure 2. Distribution of catch of marine fish with quota by fishing area in 2019

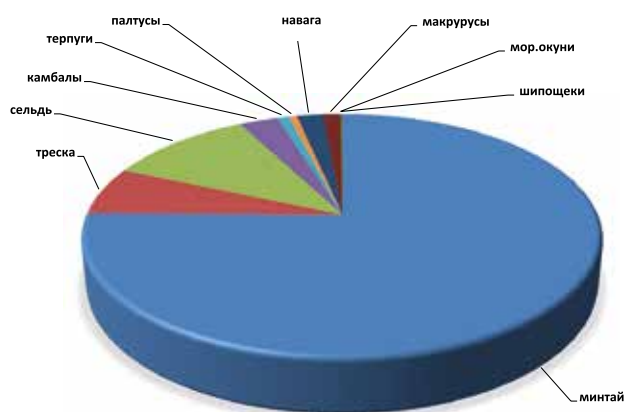


Рисунок 3. Вылов квотируемых рыб в морях Дальнего Востока в 2019 году

Figure 3. Catch of fish with quota in the Far Eastern seas in 2019



Рисунок 4. Динамика вылова минтая в 2000-2019 годы Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне

Figure 4. Dynamics of the walleye pollock catch in 2000-2019

Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн включает в себя Охотское, Берингово, Японское и Чукотское моря с прилегающими к ним, в пределах 200-мильной экономической зоны РФ, акваториями Тихого океана. Промысловая отчетность по дальневосточному региону ведется по 13 рыбопромысловым районам, из которых в Чукотском море рыболовство практически не осуществляют, за исключением эпизодических незначительных уловов сайки и локального промысла гольцов и корюшки азиатской зубастой в опресненных участках рек, впадающих в море.

Начиная с 2009 г. сырьевая база водных биоресурсов РФ, включая Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн, подразделяется на квотируемые объекты или виды, регулируемые в режиме общего допустимого улова (ОДУ), и неквотируемые объекты или виды, регулируемые в режиме возможного (рекомендованного) вылова (РВ).

В 2019 г. вылов рыб квотируемых видов по дальневосточному региону достиг 2,3 млн т,

что составляет 87% от уровня добычи по региону. Наиболее значимые уловы были получены в 3 подзонах Охотского моря – 60,3% (Северо-Охотоморская – 24,3%, Западно-Камчатская – 19,2%, Камчатско-Курильская – 16,8%), а также в Западно-Беринговоморской зоне Берингова моря – 13,9% (рис. 2).

В морях Дальнего Востока обитает около 1000 видов рыб [8], вылов прогнозируется по 37 видам водных биологических ресурсов. Однако промысел базируется лишь на небольшом количестве видов. По некоторым объектам промысловая статистика ведется не индивидуально по видам, а по группам: камбалы дальневосточные (более 10 видов), бычки (более 10), скаты (более 10), терпуги (более 5), палтусы (2 вида), макрурусы, окуни.

Безусловным доминантом дальневосточного региона является минтай *Theragra chalcogramma*, его доля в общем вылове в последние 20 лет составляет 55%. Далее следуют тихоокеанские лососи *Oncorhynchus*, их доля в общем вылове колеблется от 7 до 23% (в среднем – 13%), и сельдь с долей в вылове 7-16% (в среднем – 11%). Важное место в промысле также занимают треска *Gadus macrocephalus* и камбалы *Pleuronectidae*, доля которых за 20 лет составляет в среднем по 3% от общего вылова. Доля терпугов *Hexagrammidae* колеблется от 0,5 до 3% (в среднем – 2%), наваги *Eleginus gracilis* – 0,8-1,9% (в среднем – 1,3%). Чуть менее 1% в общем вылове составляют бычки *Cottidae* (0,9%), макрурусы *Macrouridae* (0,8%) и палтусы (0,6%), на другие виды рыб в сумме приходится от 1 до 5% (в среднем за 20 лет – 2,9%).

В 2019 г. среди квотируемых видов, в общем вылове, доля минтая составила 75%; сельдей – 11%; трески – 6%; камбал – 3%; наваги – 2,5%; палтусов, терпугов и макрурусов – по 1% (рис. 3).

Вылов минтая в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в период с 2000 по 2019 гг. колебался в пределах 0,8-1,7 млн т (средний – 1,4 млн т). С 2002 г. наблюдается тенденция увеличения его уловов, и в последние 4 года добыча минтая находится на уровне 1,7 млн тонн. Запасы минтая во всех районах находятся в удовлетворительном состоянии, что позволяет вести его стабильный промысел. В основных районах промысла в Охотском и Беринговом морях ежегодный вылов держится на уровне 1 млн т и 0,4 млн т, соответственно (рис. 4). Добыча минтая, обитающего в районе Курильских островов, колеблется от 141-211 тыс. т (средний – 111 тыс. т). Запасы минтая Японского моря не велики, но наиболее вариabельны, в связи с чем его вылов изменяется в пределах от 0,7 до 18 тыс. т (средний – 6 тыс. т).

В 2019 г. было добыто 1,7 млн т минтая, что составило 95% от установленного ОДУ. Традиционно наибольшая часть вылова пришлась на Охотское море, здесь вылов по подзонам составил в Северо-Охотоморской подзоне

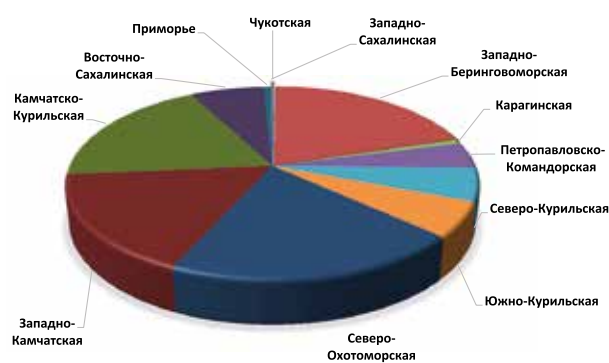


Рисунок 5. Распределение вылова минтая по районам промысла в 2019 году

Figure 5. Distribution of the walleye pollock catch by fishing area in 2019



Рисунок 6. Динамика вылова сельди по районам промысла в 2000-2019 годы

Figure 6. Dynamics of the herring catch in 2000-2019



Рисунок 7. Распределение вылова сельди по районам промысла в 2019 году

Figure 7. Distribution of the herring catch by fishing area in 2019

344,6 тыс. т (20%), Западно-Камчатской – 290,8 тыс. т (17%) и Камчатско-Курильской – 323,3 тыс. т (19%). В Западно-Беринговоморской зоне его выловлено 345,9 тыс. т (20%). Соотношение уловов минтая по районам промысла во многом определяет распределение котируемых видов рыб (рис. 2, 5).

Второе место по объему добычи среди морских рыб в Дальневосточном регионе занимает сельдь.

В Охотском море важное промысловое значение имеют две популяции сельди: охотская, промысел которой ведется в Северо-Охотоморской подзоне и гижигинско-камчатская, которую добывают в Западно-Камчатской подзоне. Регулирование рыболовства первой ведется в режиме ОДУ, гижигинско-камчатской в 2012 по 2019 гг. вылов осуществлялся в соответствии с установленным РВ, с 2020 г. сельдь Западно-Камчатской подзоны вновь введена в перечень ВБР, на которые устанавливается ОДУ. За период с 2000 по 2019 гг. уловы сельди в Охотском море колебались от 152-318 тыс. т, в среднем 235 тыс. тонн. Начиная с 2011 г. запасы охотоморской сельди находятся на высоком уровне, со среднегодовым уловом 288 тыс. т (рис. 6).

В Беринговом море промысел основывается на двух популяциях: сельди корфо-каргинской, добыча которой ведется, в основном, в Карагинской подзоне и восточно-беринговоморской, которую добывают в Западно-Беринговоморской и Чукотской зонах. Регулирование рыболовства сельди в Карагинской подзоне ведется на основе ОДУ, в Западно-Беринговоморской зоне до 2014 г. регулирование рыболовства сельди также велось на основе ОДУ, с 2015 г. сельдь этого района исключена из перечня видов, на которые устанавливается ОДУ. За 20-летний период вылов сельди колебался в диапазоне от 3 до 115 тыс. т (средний – 51 тыс. т). Начиная с 2012 г. здесь наблюдается увеличение уловов сельди: в первые три года – за счет увеличения запасов корфо-каргинского стада, а с 2015 г. – за счет восточно-беринговоморской популяции сельди. В последние 5 лет годовой вылов сельди в среднем составляет 98 тыс. т, в 2019 г. ее вылов достиг 114 тыс. тонн.

В 2019 г. вылов сельди составил 370,2 тыс. т, ОДУ был освоен на 87%. В Охотском море было добыто 68,3% годового вылова, из которых на долю охотского стада сельди пришлось 55,7%, на гижигинско-камчатскую сельдь – 12,6%. В Беринговом море суммарно добыто 31,1%, из них 20,2% – в Западно-Беринговоморской зоне и 10,8% – в Карагинской подзоне. Вылов сельди в других районах составляет менее 1% (рис. 7).



Рисунок 8. Динамика вылова трески по районам промысла в 2000-2019 годы

Figure 8. Dynamics of the cod catch in 2000-2019

Третье место по объему вылова в дальневосточном регионе занимает треска, которая распространена практически повсеместно. В период с 2000 по 2019 гг. ее общий вылов колебался в пределах 50,4-147,2 тыс. т (средний – 75,4 тыс. т). С 2010 г. наблюдается тенденция увеличения общего вылова трески, в основном за счет ее запасов в Беринговом море в водах, прилегающих к Юго-Восточной Камчатке (рис. 8). Запасы трески в Охотском море и районах Курильских островов находятся на среднем уровне.

В 2019 г. вылов трески составил 147 тыс. т, освоение ОДУ – 83%. Большая ее часть добыта в Беринговом море и районах Юго-Восточной Камчатки: в Западно-Беринговоморской зоне – 50,9%, в Карагинской подзоне – 12,5%, в Петропавловско-Командорской – 9,8%. В подзонах Охотского моря вылов трески распределялся следующим образом: в Камчатско-Курильской подзоне – 7,8%, в Западно-Камчатской – 2,6%. В районе Курильских островов доля вылова составила 10,2%, из которых в Северо-Курильской зоне добыто 6,6%, в Южно-Курильской зоне – 4,6% (рис. 9).

Важную роль в промысле играют дальневосточные камбалы. За период с 2000 по 2019 гг. их общий вылов колебался в пределах 59-98 тыс. т (средний – 77 тыс. т). С 2013 г. уловы камбал имеют тенденцию к увеличению, что, в большей степени, определяется ростом запасов камбал Охотского моря на западно-камчатском шельфе и камбал Берингова моря и Юго-Восточной Камчатки (рис. 10).

В 2019 г. вылов камбал составил 85 тыс. т, ОДУ было освоено на 87%. Наибольшее значение в промысле дальневосточных камбал имеет камчатский шельф. В 2019 г. доля камбал камчатского шельфа в общем вылове по Дальнему Востоку составила 68,4%, в т.ч. на западно-камчатском шельфе (Западно-Камчатская и Камчатско-Курильская подзоны) – 50,9%, на восточно-камчатском шельфе (Карагинская и Петропавловско-Камчатская подзоны) – 17,5%. Заметную долю в промысле камбал имеет Западно-Беринговоморская зона – 11,8%. В Приморье и на Северных Курилах добыто

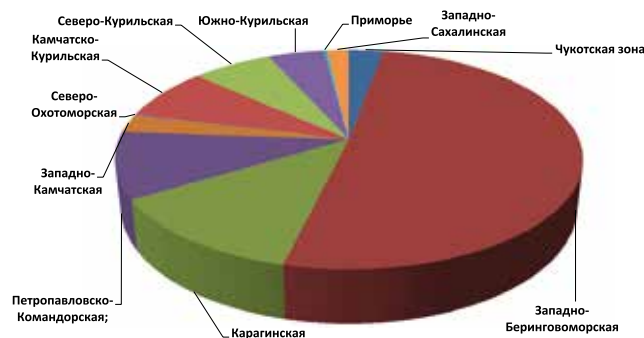


Рисунок 9. Распределение вылова трески по районам промысла в 2019 году
Figure 9. Distribution of the cod catch by fishing area in 2019



Рисунок 10. Динамика вылова камбал по районам промысла в 2000-2019 годы
Figure 10. Dynamics of the flatfish catch in 2000-2019



Рисунок 11. Распределение вылова камбал по районам промысла в 2019 году
Figure 11. Distribution of the flatfish catch by fishing area in 2019



Рисунок 12. Динамика вылова палтусов по районам промысла в 2000-2019 годы
Figure 12. Dynamics of the halibut catch in 2000-2019

по 5%, в Северо-Охотоморской подзоне – 4%, в Восточно-Сахалинской – 2% (рис. 11).

Среди камбаловых видов рыб особое место занимают палтусы. В период с 2000 по 2019 гг. уловы палтусов колебались незначительно – от 12 до 19 тыс. т. (средний – 15,4 тыс. т).

В Охотском море в уловах доминирует (около 90%) черный палтус *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, его уловы по подзонам распределяются следующим образом:

Северо-Охотоморская подзона – 41-52%, Западно-Камчатская подзона – 16-24%, Камчатско-Курильская подзона – 12-29%. С 2002 г. по 2009 гг. уловы палтусов в Охотском море имели тенденцию к сокращению с 16,8 до 8,8 тыс. т, в период с 2010 по 2019 гг. – стабилизировались на уровне 10 тыс. т (рис. 12).



Рисунок 13. Распределение вылова палтусов по районам промысла в 2019 году

Figure 13. Distribution of the halibut catch by fishing area in 2019



Рисунок 14. Динамика вылова наваги по районам промысла в 2000-2019 годы

Figure 14. Dynamics of the saffron cod catch in 2000-2019



Рисунок 15. Распределение вылова наваги по районам промысла в 2019 году

Figure 15. Distribution of the saffron cod catch by fishing area in 2019



Рисунок 16. Динамика вылова терпугов по районам промысла в 2000-2019 годы

Figure 16. Dynamics of the greenplants catch in 2000-2019

В Беринговом море и у Юго-Восточной Камчатки в уловах преобладает белокорый палтус *Hippoglossus stenolepis*, в Западно-Беринговоморской зоне его доля составляет 54-70%, в Карагинской подзоне – 8-22%, в Петропавловско-Командорской подзоне – 2-7%. В период с 2000 по 2019 гг. уловы палтусов в этих районах колебались в пределах 2,1-5,7 тыс. т (средний 4,1 тыс. т), последние 5 лет среднегодовой вылов составляет около 5 тыс. тонн.

В 2019 г. вылов палтусов составил 13,2 тыс. тонн. Большая часть палтусов была добыта в подзонах Охотского моря, в Северо-Охотоморской – 31%, Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской – 13%, Восточно-Сахалинской – 5% (рис. 13). В Западно-Беринговоморской зоне выловлено 27% палтусов, в Карагинской подзоне – 5 %, в Южно-Курильской подзоне – 3%.

Важным объектом промысла в Дальневосточном регионе является навага. В период 2000-2019 гг. ее вылов колебался в пределах 15,9-50,6 тыс. т (средний 32,3 тыс. т). С 2015 г. наблюдается тенденция увеличения уловов наваги на камчатском шельфе (Охотское море и Карагинская подзона). Последние 5 лет среднегодовой вылов наваги составляет 44 тыс. т (рис. 14).

Вылов наваги в 2019 г. составил 49 тыс. т, ОДУ было освоено на 84%. Большая часть наваги добыта у берегов Камчатки, в подзонах Камчатско-Курильской – 37%, Западно-Камчатской – 15%, и Карагинской – 25% (рис. 15). В Восточно-Сахалинской подзоне было получено 7% наваги, в зонах Западно-Беринговоморской и Южно-Курильской – по 5%.

Важным промысловым объектом являются северный одноперый терпуг. Его вылов в период с 2000 по 2019 гг. колебался от 19 до 69 тыс. т, с 2014 г. наблюдается тенденция снижения уловов терпуга (рис. 16).

Вылов терпуга в 2019 г. составил 21 тыс. т, ОДУ освоено на 87%. Основной промысел терпуга ведется в Северо-Курильской зоне (55%). Значительная часть общего изъятия терпуга

приходится на Петропавловско-Командорскую подзону – 23%, в Карагинской подзоне добывается около 5%, в Западно-Беринговоморской подзоне – 3,5%, в Южно-Курильской – 7%, в подзоне Приморья – 6% (рис. 17).

В целом по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну в 2019 г., при установленном объеме вылова видов морских рыб, на которые устанавливается ОДУ, 2489,1 тыс. т., фактический вылов составил 2295,3 тыс. тонн. Соответственно, ОДУ по региону было реализовано на 92%. Столь высокий показатель освоения прогнозируемых объемов вылова в регионе свидетельствует об эффективности работы рыболовного флота и научного сопровождения промысла.

Доля неквотируемых видов рыб в структуре вылова дальневосточного бассейна в 2019 г. составила 13%, вылов – 354,6 тыс. тонн.

Среди неквотируемых видов рыб основу в 2019 г. составили: сардина иваси – 37%, сельдь – 35%, скумбрия – 10%, бычки – 8%, камбалы – 5%, и скаты – 2% (рис. 18).

Почти половина объема неквотируемых видов добыта в Южно-Курильской зоне – 47,1% (рис. 19). Основу уловов здесь составляли виды

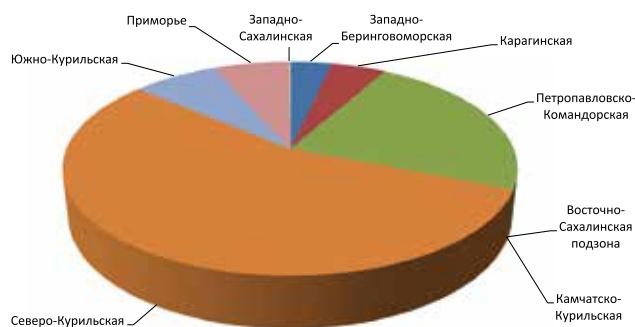


Рисунок 17. Вылов терпугов по районам промысла в 2019 году

Figure 17. Distribution of the greenplants catch by fishing area in 2019

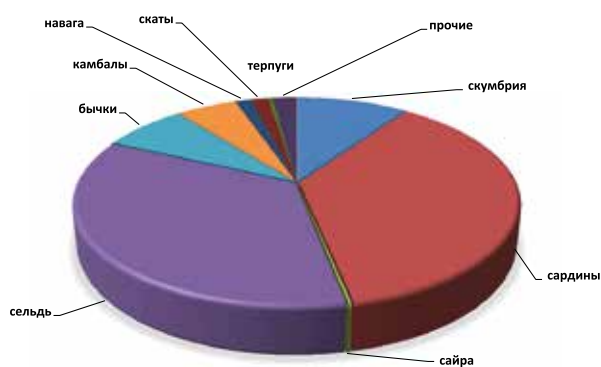


Рисунок 18. Распределение вылова неквотируемых морских рыб

Figure 18. Catch of non-quota fish in the Far Eastern seas in 2019

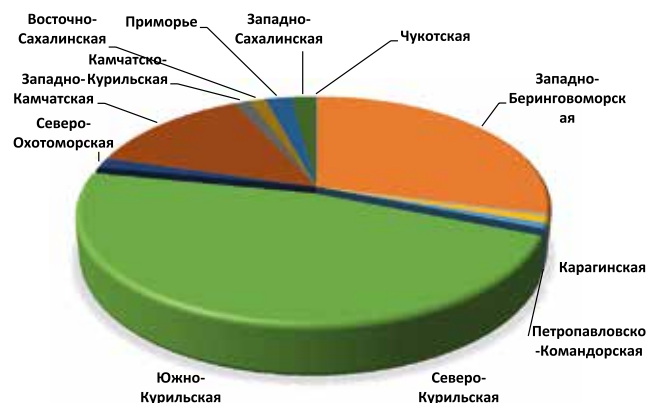


Рисунок 19. Распределение вылова неквотируемых видов рыб по районам промысла в 2019 году

Figure 19. Distribution of non-quota fish species by fishing area in 2019

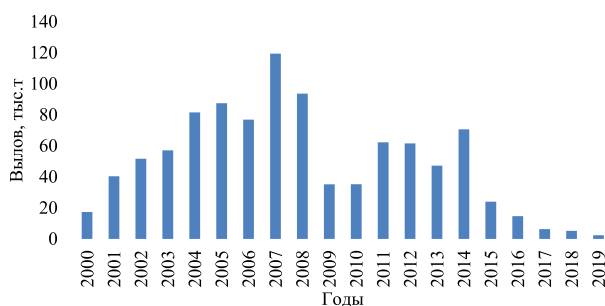


Рисунок 20. Динамика вылова сайры в 2000-2019 годы

Figure 20. Dynamics of the saury catch in 2000-2019

южного пелагического комплекса: сайра, сардина-иваси, скумбрия.

Сайра регулярно мигрирует в ИЭЗ России, и промыщляется отечественным флотом. В период с 2000 по 2019 гг. уловы сайры колебались в широких пределах – от 6 до 119 тыс. т, средний – 52 тыс. т (рис. 20). Максимальный вылов (119 тыс. т) был достигнут в 2007 году. Начиная с 2015 г. наблюдается снижение уловов сайры. В 2015 г. вылов сократился более чем в 2 раза, по сравнению с предыдущим показателем (70 тыс. т), составив 24 тыс. тонн. В последующие годы тенденция повторилась, и в 2019 г. вылов сайры в водах России сократился до 719 тонн. Помимо уровня запаса, на результативность российского промысла сайры влияет изменение структуры и циркуляции вод северо-западной части Тихого океана, с которыми связаны ее миграционные пути.

В современный период, после длительного депрессивного состояния, наблюдается рост запасов сардины иваси. Сардине свойственны долгопериодные масштабные колебания численности. Появление всплесков численности иваси и их спад в значительной мере определяются перестройками климато-океанологических процессов, а также в сообще-

стве совместно существующих прибрежно-пелагических рыб. В водах Японии ее промысел ведется постоянно. В ИЭЗ России она заходит в промысловом количестве только в периоды высокой численности. В предыдущий период высокой численности сардины (1978-1993 гг.), ее мировые уловы достигали 5,4 млн т, при этом доля русского вылова в среднем была около 14%. С 1995 г. мировой вылов сардины иваси находился на низком уровне (185-530 тыс. т). В 2014-2015 гг. начался очередной период роста ее численности, и в 2016 г. Россией был возобновлен специализированный промысел сардины. В 2016 г. вылов составил около 7 тыс. т, в 2017 г. – 16 тыс. т, в 2018 г. – 60 тыс. т, в 2019 г. – 130 тыс. тонн.

Запасы японской скумбрии также подвержены значительным колебаниям. В связи с низким уровнем запаса, с 1993 г. специализированного промысла скумбрии российские суда не вели. В незначительных количествах она наблюдалась в прилове при промысле сайры.

Начиная с середины 2000-х годов появилась тенденция увеличения запаса скумбрии, и с 2014 г. она стала формировать промысловые скопления в ИЭЗ России. Российский вылов скумбрии в 2016 г. составил 9 тыс. т, в 2017 г. – 54 тыс. т, в 2018 г. – 99 тыс. т, в 2019 г. – 67 тыс. тонн.

Вылов мойвы в 2019 г. составил 6,2 тыс. тонн. Ее промысел в основном ведется у берегов Сахалина, в Западно-Сахалинской подзоне изъято 78%, в Восточно-Сахалинской – 20%.

Многие нектотируемые виды, такие как бычки и скаты, добываются в качестве неизбежного прилова практически во всех районах промысла. Их освоение обычно связано с коммерческой стоимостью рыбной продукции и наличия доступных рынков сбыта.

В заключение следует отметить, что использование сырьевой базы рыболовства Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в 2000-е годы носило динамичный характер. В структуре дальневосточного вылова доминирует минтай, составляя до 75% от общего вылова. Запасы его основных популяций в настоящее время находятся на высоком уровне. Кроме того, начинается промысел минтая в Чукотском море. Высоки запасы сельди и трески в Беринговом море. Эти виды успешно осваиваются отечественным рыбопромысловым флотом, особенно в последние 5 лет. В современный период наблюдается рост запасов рыб южного пелагического комплекса, сардины иваси и скумбрии. В 2019 г. их общий вылов составил более 200 тыс. тонн. Все это обещает в ближайшем будущем обеспечить отечественное рыболовство сырьевой базой в достаточной мере.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Антонов Н.П. Особенности регулирования промысла морских рыб Камчатского края и рекомендации по их рациональному использованию // Материалы Всероссийской на-

учной конференции, посвященной 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО» (Петропавловск-Камчатский, 26-27 сентября 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. – С. 262-268.

1. Antonov N. P. Features of regulation of marine fish fishing in the Kamchatka Territory and recommendations for their rational use // Materials of the All-Russian scientific conference dedicated to the 80th anniversary of the Federal State Unitary Enterprise "KamchatNIRO" (Petropavlovsk-Kamchatsky, September 26-27, 2012). – Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2012. – pp. 262-268.

2. Антонов Н.П. О недостатках закрепления долей на вылов водных биоресурсов за предприятиями отрасли / Н.П. Антонов, Е.Н. Кузнецова // Рыбное хозяйство. – 2011. – № 4. С. – 47-48.

2. Antonov N. P. On the disadvantages of securing shares for the catch of aquatic bioresources for the enterprises of the industry / N. P. Antonov, E. N. Kuznetsova // Rybnoe khozyaistvo. – 2011. – No. 4. p. – 47-48.

3. Антонов Н.П., Кузнецова Е.Н. К вопросу совершенствования регулирования изъятия водных биоресурсов. Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. // II Всерос. научн.-практич. конф. –Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. – 2011. – С 170-172.

3. Antonov N. P., Kuznetsova E. N. On the issue of improving the regulation of the withdrawal of aquatic bioresources. Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use. // II Vseross. nauchn.practice. Conf. – Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatgtu. – 2011. – From 170-172.

4. Федеральный закон от 20.12.2004 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». М.: «Российская газета», № 284. 23.12.2004.

4. Federal Law No. 166-FZ of 20.12.2004 "On Fishing and conservation of aquatic biological resources". Moscow: "Rossiyskaya Gazeta", No. 284. 23.12.2004.

5. Федеральный закон от 03.12.2008 N 250-ФЗ (ред. от 31.12.2014) «О внесении изменений в Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» // М. «Российская газета», № 251. – 09.12.2008.

5. Federal law dated 03.12.2008 N 250-FZ (as amended on 31.12.2014) "On amendments to the Federal law "On fisheries and conservation of aquatic biological resources" and certain legislative acts of the Russian Federation" // M. "The Russian newspaper", № 251. – 09.12.2008.

6. Антонов Н.П. Использование сырьевой базы морских рыб в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2018 г. / Н.П. Антонов, А.В. Датский // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 3. – С. 66-76.

6. Antonov N. P. The use of raw materials of marine fish in the far Eastern fishery basin in 2018 / N. P. Antonov, A. V. Danish // fisheries. – 2019. – No. 3. – S. 66-76.

7. Приказ Минздрава России от 19.08.2016 № 614 (ред. от 25.10.2019) «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» //М.: «Вестник образования России», № 19, октябрь 2016.

7. The order of the MoH of Russia from 19.08.2016 No. 614 (ed. by 25.10.2019) "On approval of recommendations for rational norms of food consumption that meet the modern requirements of healthy eating" //M.: "Vestnik of education of Russia", № 19, October 2016.

8. Тупоногов В.Н. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России / В.Н. Тупоногов, Л.С. Кодолов // Тихоокеанский науч.-исслед. рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр). – Владивосток: Русский Остров. – 2014. – 335 с.

8. Tuponogov V.N. Field guide field and mass species of fish of far Eastern seas of Russia / V.N. Tuponogov, L.S. Kodolov // Pacific scientific. issled. fisheries management center (TINRO Center). – Vladivostok: Russian Island. – 2014. – 335 p.

Ключевые слова:

густера, Куйбышевское водохранилище, размерно-весовой состав, возрастная структура

Keywords:

silver bream, Kuibyshev Reservoir, size-weight composition, age structure

Современное состояние густеры *Blicca bjoerkna* (Linneus, 1758) верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-42-46

Магистрант **Г.Ф. Глазунова**; канд. биол. наук, доцент **И.Ф. Галанин**; студент **И.Ф. Гайфутдинова**; магистрант **С.Ф. Сафина** – Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ), Казань, Россия; д-р биол. наук, доцент, профессор **А.А. Смирнов** – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), кафедра точных и естественных наук, г. Магадан, Россия; канд. биол. наук, доцент **Т.В. Андреева**; канд. биол. наук, доцент **В.В. Кузнецов** – Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ), г. Казань, Россия

@ Igor.Galanin@kpfu.ru;
IFFahrutdinova@kpfu.ru

THE CURRENT STATE OF THE SILVER BREAM *BLICCA BJOERKNA* (LINNEUS, 1758) IN THE UPPER PART OF THE VOLGA STRETCH OF THE KUIBYSHEV WATER RESERVOIR

Master's student **G.F. Glazunova**; cand. Biol. Sciences, Associate Professor **I. F. Galanin**; student **I.F. Gaifutdinova**; master's student **S.F. Safina** – Kazan (Volga Region) Federal University (KFU), Kazan, Russia; doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor **A.A. Smirnov** – All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (FGBNU "VNIRO"), North-Eastern State University (SVSU), Department of Exact and Natural Sciences, Magadan, Russia; cand. Biol. Sciences., Associate Professor **T.V. Andreeva**; cand. Biol. Sciences., Associate Professor **V.V. Kuznetsov** – Kazan (Volga Region) Federal University (KFU), Kazan, Russia
Igor.Galanin@kpfu.ru; IFFahrutdinova@kpfu.ru

The current state of size and weight parameters and age structure of silver bream in the upper part of the Volga stretch of the Kuibyshev water reservoir show persistence of a negative trend at the beginning of the current century: a decrease in the size and weight parameters of the silver bream and an increase in the number of younger fish. The current situation can be considered as an indicator of the general negative state of fish resources in the study area.

Наблюдение за состоянием промысловых видов рыб – необходимое условие их рационального использования. Особую актуальность подобные исследования имеют в водохранилищах – реконструированных водоемах, экосистема которых динамично эволюционирует [1; 2]. Густера *Blicca bjoerkna* (Linneus, 1758) – один из массовых видов не крупных промысловых рыб относительно молодого водоема – Куй-

бышевского водохранилища. По сравнению с многими другими видами промысловых рыб, этот вид, в силу своей биологии, смог успешно адаптироваться к условиям зарегулированного стока. По характеру питания он является типичным бентофагом, относительно крупные особи которого способны потреблять и моллюсков, в том числе представителей рода *Dreissena*. Поскольку эти прикрепленные

моллюски формируют высокие запасы биомассы, слабо используемые другими видами рыб, обеспеченность кормовыми ресурсами у густеры достаточно высока [3; 4; 5]. Одним из неблагоприятных факторов Куйбышевского водохранилища, влияющим на эффективность воспроизводства рыбных запасов, является нестабильный режим уровня воды в весенний период. Порционный нерест густеры начинается очень поздно – в конце мая или в начале июня, что, вместе с пластичностью в выборе места икротетания и нерестовых субстратов, позволяет избежать неблагоприятного воздействия нестабильного режима уровня воды в весенний период [3; 4; 6]. В промысловом отношении густера – относительно малоценная рыба из-за небольшого размера и конкуренции с более ценным промысловым объектом – лещом [3], но представляет интерес для любительского лова [7]. По данным 1973-2012 гг., густера составляла от 6,1% до 25,3% всего вылова рыбы в Куйбышевском водохранилище. Во втором десятилетии текущего столетия наметилась тенденция к увеличению этого вида в уловах [8]. Промысло-

Современное состояние размерно-весовых показателей и возрастной структуры густеры в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища отражает сохранение негативной тенденции начала текущего столетия: уменьшение размерно-весовых показателей густеры и увеличение количества рыб младших возрастов. Сложившаяся ситуация может быть рассмотрена как индикатор общего негативного состояния рыбных ресурсов района исследования.

вая статистика отражает высокую долю густеры в уловах Куйбышевского водохранилища [9].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для данной работы были использованы материалы контрольных уловов Казанского (Приволжского) федерального университета 2017-2019 гг., которые были сопоставлены с результатами предыдущих работ, выполненных по аналогичным методикам на этом участке исследований в пе-

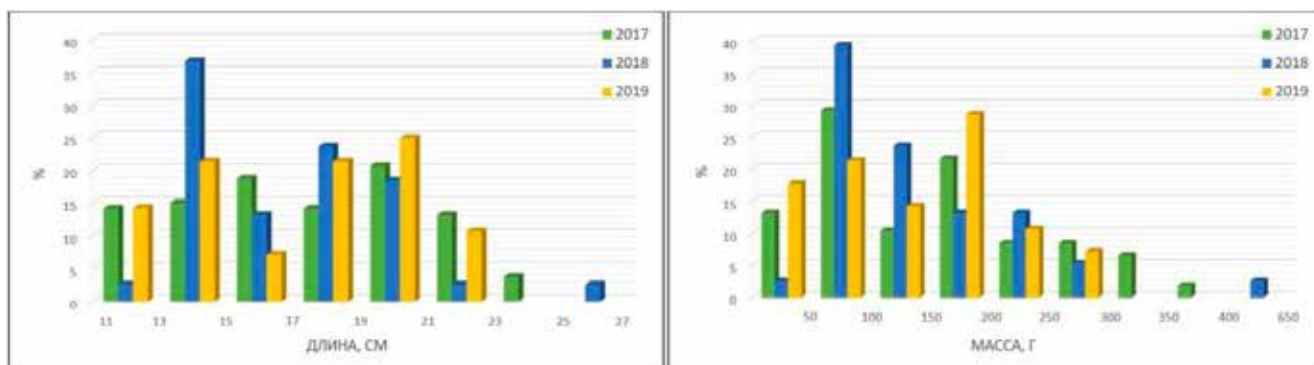


Рисунок 1. Размерный и весовой состав густеры в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища по материалам контрольных уловов 2017-2019 годов.

Figure 1. The size and weight composition of the silver bream in the upper part of the Volga stretch of the Kuibyshev reservoir based on the materials of the control catches of 2017-2019

Таблица 1. Возрастной состав (%) уловов густеры в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища за 2009-2019 годы / **Table 1.** Age composition (%) of silver bream catches in the upper part of the Volga stretch of the Kuibyshev reservoir for 2009-2019

Годы	Возраст, лет													
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+
2009	2,2	6,7	10,0	21,1	38,9	15,0	4,4	1,7	-	-	-	-	-	-
2010	-	1,5	5,2	23,9	19,4	36,6	11,2	2,2	-	-	-	-	-	-
2011	-	2,2	20,4	21,5	10,7	21,5	9,7	10,7	1,1	2,2	-	-	-	-
2012	3,8	36,1	10,0	25,0	9,1	11,5	2,0	2,0	0,5	-	-	-	-	-
2013	0,9	4,5	19,6	24,9	19,9	13,0	7,7	5,6	3,0	0,9	-	-	-	-
2014	1,0	8,7	11,1	15,9	30,9	17,4	9,2	4,8	1,0	-	-	-	-	-
2015	-	-	6,1	16,6	20,4	16,0	16,6	9,9	6,1	4,4	1,7	1,7	-	0,5
2016	-	1,7	5,8	26,7	17,5	10	19,1	15	2,5	1,7	-	-	-	-
2017	0,9	5,7	18,9	23,6	20,7	12,3	10,4	3,8	2,8	0,9	-	-	-	-
2018	-	5,3	26,3	36,8	15,2	15,2	-	2,6	2,6	-	-	-	-	-
2019	-	-	21,4	25	21,4	14,3	14,3	3,6	-	-	-	-	-	-

Примечание: 2009-2012 гг. – Цит. по [8]

риод 2009-2016 годов. Часть этих результатов за 2009-2012 гг. были опубликованы ранее [8]. Отлов производился в летне-осенний период (июль, сентябрь) в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища с помощью набора ставных сетей с размерами ячеи 24-65 мм.

В период с 2013 по 2019 гг. было совершено 118 сетепостановок и поймано 1632 экз. густеры. Из них с 2017 по 2019 гг. совершено 37 сетепостановок и поймано 172 экземпляра. Первичная обработка материала проводилась по методике И.Ф. Правдина [10] для рыб семейства карповых (*Cyprinidae*). Возраст рыб определялся по спилам первых лучей спинного плавника и чешуе [11]. Статистическая обработка производилась по руководствам Н.А. Плохинского [12], Г.Ф. Лакина [13]. П.Ю. Малкова [14] с использованием программы Microsoft Excel Microsoft Office 2016.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Размерно-весовой состав густеры. Наибольшая зафиксированная длина тела густеры в пределах ареала составляет 45,5 см [15]. Известно, что в Волжско-Камском крае ее размеры достигали 30-35 см [15]. По нашим данным 2017-2019 гг., самая крупная особь густеры имела размеры 27 см. Показатель средней длины густеры составил 17,4; 17,1 и 17,1 см в 2017, 2018 и 2019 гг. соответственно.

Исходя из размерного состава густеры (рис. 1), можно заключить, что основу уловов, по материалам 2017-2019 гг., составляли особи размерных классов от 13 до 21 см. Более крупные и мелкие рыбы были представлены единично.

Обычно густера имеет массу не больше 1 кг [15]. Однако известны особи весом и в 1,25 кг [16]. Максимальный вес рыб из наших уловов был равен 615 г (рис. 1). Показатель средней массы густеры составил 153,3, 148,0 и 139,8 г в 2017, 2018 и 2019 гг. соответственно.

Если сравнивать наши данные с материалами прошлых лет, полученными в 1986-1999 гг., то размерный состав уловов густеры конца прошлого столетия [17] оказался выше аналогичных по-

казателей 2009-2012 гг. [8]. Из представленного размерного и весового состава за десятилетний период (рис. 2) можно отметить, что минимальное значение длины рыб в уловах равнялось 6 см, среднее – колебалось от 15,5 до 17,4, а максимальное значение составило 30 см. Вес густеры варьировал от 10 г до 615 граммов. Среднее значение массы колебалось от 95 г до 153,3 граммов.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что, несмотря на относительную устойчивость уловов густеры, в последние годы стабильно сохраняется тенденция уменьшения размерно-весовых показателей, наметившаяся еще в начале текущего столетия, по сравнению с концом XX века.

Возрастная структура густеры. Максимальным возрастом для густеры считается 15 лет [18]. В наших уловах 2017-2019 гг. встречались особи в возрасте до 11+ лет.

Анализ возрастного состава уловов густеры предыдущих исследований 2009-2012 гг. в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища [8] показывает, что наиболее массовыми в уловах того периода были рыбы в возрасте от 5+ до 7+. Основная масса выловленных особей в период с 2017 по 2019 гг. была представлена рыбами от 4+ до 6+ (табл. 1).

Различия размерно-весовых показателей густеры разных возрастных групп в 2017-2019 гг. снижаются с увеличением возраста. Диапазон варьирования размеров и веса оказался более высок у наиболее многочисленных групп (табл. 2).

Можно заключить, что сохраняется тенденция начала XXI в.: уменьшение размерно-весовых показателей густеры и увеличение количества рыб младших возрастов. Массовое созревание густеры происходит уже в возрасте 4+, поэтому большая часть уловов представлена половозрелыми особями. Изменения возрастной структуры густеры в сторону омоложения, отмечаемые по нашим материалам, относительно данных конца прошлого столетия, а также данные по размерно-весовому составу позволяют предполагать значительный пресс вылова любительского и незаконного промысла, которые плохо поддаются

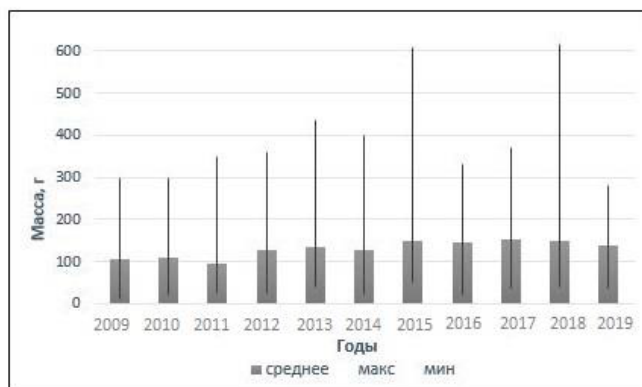
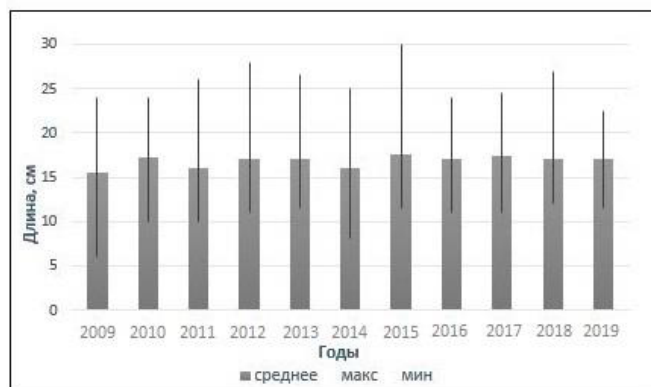


Рисунок 2. Размерные и весовые показатели густеры в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища по материалам контрольных уловов 2009-2019 годов

Figure 2. Size and weight of the silver bream in the upper part of the Volga stretch of the Kuibyshev reservoir based on the materials of the control catches of 2009-2019

Таблица 2. Размерно-весовые показатели густеры разных возрастных групп в 2017-2019 гг. в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища /
Table 2. Size and weight indicators of the silver bream of different age groups in 2017-2019 in the upper part of the Volga stretch of the Kuibyshev reservoir

Возрастная группа	N, экз.	2017		N, экз.	2018		N, экз.	2019	
		M	min-max		M	min-max		M	min-max
2+	1	$\frac{11.5}{35}$	-	-	-	-	-	-	-
3+	6	$\frac{12.4}{50.8}$	$\frac{11.0-14.5}{35-75}$	2	$\frac{13.5}{60}$	$\frac{12-15}{40-80}$	-	-	-
4+	20	$\frac{13.9}{73.5}$	$\frac{12.0-22.0}{40-260}$	10	$\frac{15}{90}$	$\frac{13.5-16.5}{65-120}$	6	$\frac{12.5}{49.2}$	$\frac{11.5-14}{35-75}$
5+	25	$\frac{16.3}{113.8}$	$\frac{13.5-19.5}{60-200}$	14	$\frac{16.5}{124.3}$	$\frac{14-20.5}{70-235}$	7	$\frac{16.1}{111.4}$	$\frac{13.5-19.5}{50-185}$
6+	22	$\frac{18.3}{162.5}$	$\frac{14.0-20.5}{80-210}$	5	$\frac{18.4}{168}$	$\frac{18-19.5}{150-210}$	6	$\frac{17.8}{144.2}$	$\frac{14-19.5}{70-180}$
7+	13	$\frac{20.5}{221.9}$	$\frac{16.0-23.5}{100-310}$	5	$\frac{20.3}{228}$	$\frac{20-21}{195-270}$	4	$\frac{20.3}{211.25}$	$\frac{19.5-21.5}{180-255}$
8+	10	$\frac{20.4}{236.5}$	$\frac{16.5-24.0}{110-365}$	-	-	-	4	$\frac{20.5}{220}$	$\frac{18.5-22.5}{165-280}$
9+	4	$\frac{22.8}{295}$	$\frac{22.5-23.0}{290-340}$	1	$\frac{21.5}{270}$	$\frac{21.5}{270}$	1	$\frac{21.5}{250}$	$\frac{21.5}{250}$
10+	3	$\frac{22.2}{301.7}$	$\frac{20.0-24.0}{220-370}$	1	$\frac{27}{615}$	$\frac{27}{615}$	-	-	-
11+	1	$\frac{24.5}{350}$	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: в числителе – размерные показатели (см), в знаменателе – весовые (г)

учету. При этом в рассматриваемом районе промышленный вылов густеры в последние годы не производится.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, по материалам 2017-2019 гг., основа уловов густеры была представлена относительно некрупными половозрелыми особями в возрасте 4+ - 6+, с невысокими показателями массы. Это, на фоне достаточно хорошей обеспеченности кормом, свидетельствует о том, что густера не реализует потенциальные возможности роста. Данная ситуация может быть следствием значительного антропогенного воздействия от любительского и незаконного промысла и является индикатором общего состояния рыбных ресурсов района исследований.

С целью улучшения состояния рыбных биологических ресурсов в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, необходимо рекомендовать меры по усилению контроля любительского лова и уменьшения браконьерского вылова.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Кузнецов В.А. Особенности воспроизводства рыб в условиях регулируемого стока. – Казань, Казанский университет, 1978. – 159 с.
- Kuznetsov V.A. Features of fish reproduction in the conditions of regulated runoff. – Kazan, Kazan University, 1978. – 159 p.
- Кузнецов В.А. Изменение экосистемы Куйбышевского водохранилища в процессе ее формирования // Водные ресурсы. – 1997. – Т. 24 (2). – С. 228-233.
- Kuznetsov V.A. Changes in the ecosystem of the Kuibyshev reservoir in the process of its formation // Water resources. – 1997. – Vol. 24 (2). – pp. 228-233.
- Решетников Ю.С. Атлас пресноводных рыб России. // Ю.С. Решетников, О.Л. Попова, Л.И. Соколов, Е.А. Цепкин – М., Наука, 2002. – С. 219-221.
- Reshetnikov Yu.S. Atlas of freshwater fish of Russia. // Yu. S. Reshetnikov, O. L. Popova, L. I. Sokolov, E.A. Tsepkin-M., Nauka, 2002. – pp. 219-221.
- Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. – Казань, Казанский университет, 2005. – С.116-118.
- Kuznetsov V.A. Pisces of the Volga-Kama Region. - Kazan, Kazan University, 2005. – pp. 116-118.
- Freyhof J. & Kottelat M. Blicca bjoerkna. The IUCN (International Union for Conservation of Nature) Red List of Threatened Species. 2008: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T39270A10173879.en>.
- Freyhof J. & Kottelat M. Blicca bjoerkna. The IUCN (International Union for Conservation of Nature) Red List of Threatened Species. 2008: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T39270A10173879.en>.
- Koli L., Suomenkalat. [Fishes of Finland]. – Werner Söderström Osakeyhtiö. Helsinki. 1990. – 357 p. (in Finnish).
- Koli L., Suomenkalat. [Fishes of Finland]. – Werner Söderström Osakeyhtiö. Helsinki. 1990. – 357 p. (in Finnish).
- Billard R. Les poissons d'eau douce des rivières de France. Identification, inventaire et répartition des 83 espèces. Lausanne, Delachaux & Niestlé, 1997. – 192 p.
- Billard R. Les poissons d'eau douce des rivières de France. Identification, inventaire et répartition des 83 espèces. Lausanne, Delachaux & Niestlé, 1997. – 192 p.
- Кузнецов В.А. Биологическая характеристика густеры *Blicca bjoerkna* верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища / В.А. Кузнецов, В.Н. Григорьев, И.Ф. Галанин, В.В. Кузнецов – Т.17. № 6. – Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2015. – С. 23-26.
- Kuznetsov V.A. the Biological characteristics of white bream *Blicca bjoerkna* upper part of the Volga reach of Kuibyshev water reservoir / V. A. Kuznetsov, V. N. Grigoriev, I. F. Galanin, V.V. Kuznetsov – V. 17.



Фото 1. Работа со ставными сетями

No. 6. – Proceedings of the Samara scientific center, Russian Academy of Sciences, 2015. – pp. 23-26.

9. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2017 году». – Казань, 2018. – С. 174-182.

9. State report "On state of natural resources and environmental protection of the Republic of Tatarstan in 2017". – Kazan, 2018. – pp. 174-182

10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М. Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

10. Pravdin I. F. Guide to the study of fish (mainly freshwater). – M. Food industry, 1966 – 376 p.

11. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М. Изд-во АН СССР, 1959. – 165 с.

11. Chugunova N.I. Guide to the study of the age and growth of fish. – M. Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1959. – 165 p.

12. Математические методы в биологии: учебн.-метод. пособие для студентов биол. фак. ун-тов. Плохинский Н.А. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 265 с.

12. Mathematical methods in biology: textbook.-method. a manual for students in Biol. FAK. univ. Plokhinsky N.A. – M.: MSU Publishing House, 1978 – 265 p.

13. Биометрия: учеб. пособие. Лакин Г.Ф. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

13. Biometrics: studies. stipend. Lakin G.F. – M.: Higher School, 1990 – 352 p.

14. Количественный анализ биологических данных: учебное пособие. Малков П.Ю. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. – 71 с.

14. Quantitative analysis of biological data: a textbook. Gorno-Altaisk: RIO GAGA, 2009. – 71 p.

15. Verreycken H., G. Van Thuyne and C. Belpaire. Length-weight relationships of 40 freshwater fish species from two decades of monitoring in Flanders Belgium. – J. Appl. Ichthyol, 2011 – 1-5. P. 1416-1421.

15. Verreycken H., G. Van Thuyne and C. Belpaire. Length-weight relationships of 40 freshwater fish species from two decades of monitoring in Flanders Belgium. – J. Appl. Ichthyol, 2011 – 1-5. P. 1416-1421.



Фото 2. Глория Глазунова и Светлана Сафина на Куйбышевском водохранилище

16. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. / Берг Л.С. – М.: Академия наук СССР. 1949. – Том 2. – С. 763-767.

16. Fish of fresh waters of the USSR and neighboring countries. / Berg L. S.-M.: Academy of Sciences of the USSR. 1949. – Vol. 2. – pp. 763-767.

17. Кузнецов В.А. Размножение, размерно-возрастная структура и рост густеры *Blicca bjoerkna* верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища // Вопросы рыболовства. – 2011. – Т. 12. № 2 (46). – С. 248-260.

17. Kuznetsov V.A. Reproduction, size and age structure and growth of the *Blicca bjoerkna* gust in the upper part of the Volga ples of the Kuibyshev reservoir // Fishing issues. – 2011. – Т. 12. Vol. 2 (46). – pp. 248-260.

18. Цепкин Е.А. *Blicca bjoerkna* (Linneus, 1758) – густера. Атлас пресноводных рыб России. – М.: Наука, 2003. – С. 219-220.

18. Tsepkin E.A. *Blicca bjoerkna* (Linneus, 1758) - Silver bream. Atlas of Freshwater Fishes of Russia, Moscow: Nauka, 2003. – pp. 219-220.

Максимальная масса тайменя сибирского *Hucho taimen* (Pallas) в ареале

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-47-51

Рисунок 2. Илья Щербович (Россия) с тайменем сибирским массой 51,12 кг, пойманным на р. Тугур нахлыстом в октябре 2019 год
Figure 2. Ilya Shcherbovich (Russia) with Siberian taimen weighing 51.12 kg, caught on the Tugur River by fly fishing in October 2019

Канд. биол. наук

С.Ф. Золотухин –

старший научный сотрудник,
Хабаровский филиал
Всероссийского научно-
исследовательского
института рыбного
хозяйства и океанографии
(ХабаровскНИРО)

Щербович И.В. –

член Наблюдательного Совета,
Ассоциация Странников
Сохранения Лососёвых Видов
Рыб «Русский Лосось»

@ sergchum2009@yandex.ru
ilyasherbovich@mail.ru

Ключевые слова:

Сибирский таймень *Hucho taimen* (Pallas, 1773), рефугиум
р. Тугур, побережье Охотского
моря, максимальная длина
тела и максимальная масса
тела тайменя сибирского,
данные рыбаков-спортсменов,
сертификация IGFA

Keywords:

Siberian taimen *Hucho taimen*
(Pallas, 1773), Tugur River
refugium, coast of the Sea
of Okhotsk, maximum body
length and maximum body
weight of Siberian taimen, data
of fishermen-athletes, IGFA
certification

MAXIMUM WEIGHT OF SIBERIAN TAIMEN *HUCHO TAIMEN* (PALLAS) IN ITS RANGE

S.F. Zolotukhin, PhD – Senior Researcher, Khabarovsk Branch

of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (Khabarovsk NIRO)

I.V. Shcherbovich – member of the Supervisory Board, Association of Supporters
of the Conservation of Salmon Species "Russian Salmon"

sergchum2009@yandex.ru, ilyasherbovich@mail.ru

In most western regions, Siberian taimen has become a rarity in its range. At present, only a few refugiums of the Siberian and Far Eastern rivers still have groups of Siberian taimen, where fish of the maximum size are recorded. In the east of its range, the rivers that flow into the southern part of the Sea of Okhotsk: The Amur, Uda and Tugur, are the few areas where the Siberian taimen groups are still preserved in good condition in uninhabited places. On the example of p. Tugur (Tuguro-Chumikansky district of the Khabarovsk Territory, Sea of Okhotsk), where there are no roads and a small population, the authors studied the local grouping of Siberian taimen, where individuals of maximum size are still not uncommon. The remaining areas of the range are considered according to scientific publications. Fish of the maximum size are very rare, which is logical: the number of extreme values of the size-age range is minimal. In 2007-2018, in the Tugur River, individuals aged 6-10 years were the maximum (27.6%), and 31-35 years – the minimum (0.9%) of the age range.

The archives of the sport fishing base in the Tugur River basin for 2008-2020 showed that the maximum body length of the Siberian taimen was 165 cm, and the maximum body weight was 51.12 kg. Neither in the era of black-and-white photography, nor in the era of video, there is no documentary evidence of the Siberian taimen with a body length of more than 170 cm.

На примере р. Тугур (Тугуро-Чумиканский район Хабаровского края, Охотское море), где нет дорог и малочисленное население, авторами была исследована местная группировка тайменя

сибирского, где особи максимальных размеров ещё нередки. Возраст определяли по позвонкам [4]. Материалы о длине тела АС (мм) и полной массе тела (кг) рыб, полученные сертифици-

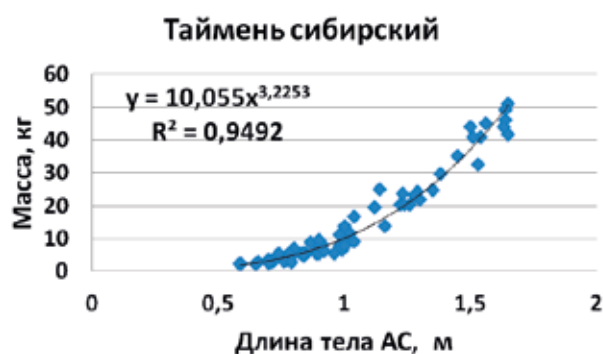


Рисунок 1. Размеры тела тайменя сибирского из р. Тугур (побережье Охотского моря, Хабаровский край), пойманных рыбаками-спортсменами в 2008–2020 годы. Число особей – 72

Figure 1. Body size of Siberian taimen from the Tugur River (coast of the Sea of Okhotsk, Khabarovsk Territory), caught by fishermen-athletes in 2008–2020. Number of individuals – 72



Рисунок 3. Илья Щербович (Россия) с тайменем сибирским массой 49,15 кг, пойманным нахлыстом на р. Тугур в октябре 2020 года

Figure 3. Ilya Shcherbovich (Russia) with Siberian taimen weighing 49.15 kg, caught by fly fishing on the Tugur River in October 2020

В большинстве западных районов по своему ареалу таймень сибирский стал редкостью. В настоящее время лишь в немногих рефугиумах сибирских и дальневосточных рек всё-таки сохранились группировки сибирского тайменя, где отмечаются рыбы максимальных размеров. На востоке его ареала реки, впадающие в южную часть Охотского моря: Амур, Уда и Тугур, являются теми немногими районами, где группировки тайменя сибирского до сих пор сохраняются в хорошем состоянии в ненаселённых местах. На примере р. Тугур (Тугуро-Чумиканский район Хабаровского края, Охотское море), где нет дорог и малочисленное население, авторами была исследована местная группировка тайменя сибирского, где особи максимальных размеров ещё нередки. Остальные районы ареала рассмотрены по научным публикациям. Рыбы максимальных размеров очень редки, что логично: число крайних значений размерно-возрастного ряда – минимально. В 2007–2018 гг. в р. Тугур особи в возрасте 6–10 лет составляли максимум (27,6%), а 31–35 лет – минимум (0,9%) возрастного ряда.

Архивы базы спортивного рыболовства в бассейне р. Тугур за 2008–2020 гг. показали, что максимальная длина тела АС у тайменя сибирского оказалась 165 см, а максимальная масса тела 51,12 кг. Ни в эпоху чёрно-белой фотографии, ни в эпоху видео, документальных свидетельств о таймене сибирском с длиной тела более 170 см не имеется.

рованными для этой цели инструментами, взяты из архивов местной базы спортивного рыболовства, сертификатов Международной ассоциации спортивного рыболовства (International Game Fish Association) о поимке рыб максимального размера, и из открытых научных публикаций. У пойманных рыб измеряли длину тела АС в мм от конца рыла до конца средних лучей хвостового плавника и полную массу тела в кг. Все таймени были пойманы рыбаками-спортсменами по официальным разрешениям для спортивного рыболовства по системе «поймал – отпусти». Все пойманные таймени после измерения длины и массы тела отпускались живыми в среду обитания.

В большинстве западных районов по своему ареалу таймень сибирский стал редкостью. На востоке его ареала реки, впадающие в южную часть Охотского моря: Амур, Уда и Тугур являются теми немногими районами, где группировки тайменя сибирского до сих пор сохраняются в хорошем состоянии в ненаселённых местах. Научных публикаций по сибирскому тайменю не так уж много. Мы рассмотрели основные публикации по его размерам в ареале. Это реки Обь, Енисей, Лена, Амур, Уда, Тугур. Для этой рыбы характерны нагульные, зимовальный и нерестовые миграции, во время которых большая часть особей попадает в орудия лова.

Вопрос о максимальной массе сибирского тайменя, как крупнейшего в мире лосося, волновал не только учёных, но и несколько поколений рыбаков-любителей и профессионалов Сибири, Дальнего Востока – в ареале *Hucho taimen*. Во второй половине 19 века Л.П. Сабанеев отмечал, что «Красуля, лень, под названием тальмень известна во всей Западной

и значительной части Восточной Сибири, где встречается как в больших реках, так и в речках, достигая здесь громадной величины – до 48 кг (в Оби, по Потанину, а также по Лене), и более (в Енисее, по Кривошапкину, до 56 кг, а по Третьякову – до 80 кг) [11]. Легенды об особях массой более 100 кг перекочевали из уст тунгусоязычных народов (эвенки, нанайцы, удэгейцы и др.) и монголов в публицистику Сибири и Дальнего Востока России. Яркие рассказы геолога Петра Сигунова о рыбалке не остались незамеченными, и не раз упоминались даже в научной литературе. Его, услышанные от геологов и оленеводов, данные о гигантских тайменях сибирских рек цитировал даже такой известный ихтиолог, как Юрай Хольчик с соавторами [13]. Однако сам Петр Сигунов не приводит размеры тайменей более 24 кг, а о гигантах сообщает так: «Но, к сожалению, я не встретил ни одного счастливца, которому удалось бы вытащить спиннингом необыкновенного гиганта. Тайменей по тридцать-сорок килограммов ловили многие» [12].

Известный путешественник Хабаровского края Игорь Ольховский был уверен, что самый крупный таймень обитал в р. Уда, хотя воочию и не видел этой рыбы. Он отмечал: «Самого крупного тайменя поймали несколько лет назад рыбаки из посёлка Удское. Вес гиганта составил 92 кг» [10].

В научной литературе начала 20 века вполне оправданными могли быть такие фразы: «В бассейне р. Уд (ныне р. Уда Тугуро-Чумиканского района Хабаровского края) таймень хорошо из-

вестен местным жителям; по их словам, он здесь достигает веса до 6 пудов» [5]. Эти необоснованные данные (6 пудов = 96 кг) не раз цитировались учёными. Ихтиолог Ф.Н. Кириллов ссылался на литературное повествование ихтиолога Б.К. Москаленко [8], где тот упоминал о 80 кг таймене [2]. В этой брошюре в основном описывается, как автор работал среди оленеводов, рыбаков и охотников на песцов. Мы нашли единственное упоминание о размерах тайменей: «Как-то в начале зимы в сети попал большой таймень. Его длина достигала метра, а вес девяти килограммов. Следующим летом нам удалось поймать у мыса Тостуя более крупный экземпляр, весивший двадцать килограммов. Но и этот вес не предел. В Доруохе нам сообщили о поимке тайменя весом более тридцати килограммов. Таймень – рыба из семейства лососёвых; несмотря на крупные размеры (есть экземпляры до 80 кг, она обитает преимущественно в небольших горных притоках многих сибирских рек, откуда в поисках добычи спускается и в нижнее течение» [8]. И эти неподтверждённые данные о 80-кг тайменях широко цитировались учёными! В научной же публикации этого автора по р. Анабар среди 26 особей самая крупная имела длину тела 73 см [1].

В научной литературе принято описывать только факты. И по тайменям результаты здесь более чем скромны. В конце 19 века агроном при Приамурском генерал-губернаторе отмечал предельную массу сибирского тайменя из уловов местных



Рисунок 4. Илья Щербович (Россия) с тайменем сибирским массой 46,12 кг, пойманным на р. Тугур нахлыстом в октябре 2019 года

Figure 4. Ilya Shcherbovich (Russia) with Siberian taimen weighing 46.12 kg, caught on the Tugur River by fly fishing in October 2019



Рисунок 5. Илья Щербович (Россия) с тайменем сибирским массой 43,98 кг, пойманным на р. Тугур нахлыстом в октябре 2019 года

Figure 5. Ilya Shcherbovich (Russia) with Siberian taimen weighing 43.98 kg, caught on the Tugur River by fly fishing in October 2019



Рисунок 6. Максим Мамаев (Россия) с тайменем сибирским массой 45 кг, пойманным нахлыстом на р. Тугур в октябре 2020 года

Figure 6. Maxim Mamaev (Russia) with Siberian taimen weighing 45 kg, caught by fly fishing on the Tugur River in October 2020

жителей. В Западном Забайкалье (Ангара, Котера и др.) она составляла 2 пуда, Восточном Забайкалье (Шилка, Аргунь, Онон) – 1 пуд, Амур выше и ниже Хабаровска – 2 пуда, Уссури – 2 пуда [3]. Профессор МГУ Г.В. Никольский по итогам Амурской экспедиции в 1940-х гг. [9] отмечал, что предельный размер сибирского тайменя в р. Амур – 150 см; наиболее крупная особь из Нижнего Амура имела массу около 35 кг. В научных материалах специалиста по рыбам Якутии Ф.Н. Кириллова самый старый таймень имел возраст 13 лет [2]. В бассейне оз. Байкал в 1980-1990 гг. у ихтиологов А.Н. Матвеева, Н.М. Пронина, В.П. Самусенок в размерном ряду из 130 особей сибирского тайменя ни один не достигал 100 см. Самая крупная особь с возрастом 9 лет имела массу 10,8 кг.

В сборах ХабаровскНИРО (118 экз., 2007-2018 гг.) в р. Тугур максимальная масса тайменя сибирского составляла 41,7 кг при длине тела АС 165 см и возрасте 40 лет. Средняя масса особей из этой выборки составляла 9,721 кг, средняя длина тела – 86,1 см. [4; 6].

Рыбы максимальных размеров очень редки, что логично: число крайних значений размерно-возрастного ряда – минимально. В 2007-2018 гг. в р. Тугур особи в возрасте 6-10 лет составляли максимум (27,6%), а 31-35 лет – минимум (0,9%) возрастного ряда. У сибирского тайменя мы отмечаем интересное явление: рыб в максимальном возрасте 36-40 лет было в два раза больше, чем



Рисунок 7. Образцы сертификатов международной ассоциации спортивного рыболовства (IGFA)

Figure 7. Samples of certificates of the international Association of sports fishing (IGFA)

значение минимума (31-35 лет: 1,7%), так как они становятся менее уязвимы для рыболовов из-за своей большой массы [6; 4].

Некоторым рыбакам, которые верят, что существуют двухметровые таймени, необходимо знать о лимитирующих факторах. Число позвонков у рыб и их рост неизменны, что и определяет предельную длину тела рыб. Это является причиной замедления или прекращения роста длины тела рыб с возрастом. Прирост массы очень крупных рыб достигается ростом их ширины и высоты тела. Обратите внимание на расположение на графике пяти крайних справа точек (рис. 1). Эти рыбы, при сравнимой длине тела (1,64-1,65 м), имеют различие в массе (41,70-51,12 кг) в диапазоне 10 кг. Именно эти пять рыб оказались мировыми рекордсменами в различных номинациях, что было подтверждено фотографиями и сертификатами IGFA (рис. 2-7).

Можно заключить, что в настоящее время лишь в немногих рефугиумах сибирских и дальневосточных рек всё-таки сохранились группировки сибирского тайменя, где отмечаются рыбы максимальных размеров. Ни в эпоху чёрно-белой фотографии, ни в эпоху видео, документальных свидетельств о таймене сибирском с длиной тела более 170 см не имеется.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Кириллов Ф.Н. Морфо-экологическая характеристика тайменя Hucho taimen (Pallas) р. Анабар // Вопросы ихтиологии. – 1976. – № 16, вып. 1. – С. 165-167.
1. Kirillov F. N. Morpho-ecological characteristics of taimen taimen salmon (Pallas) R. Anabar // Questions of ichthyology. – 1976. – No. 16, issue 1. – pp. 165-167.
2. Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. – М., 1972. – 360 с.
2. Kirillov F. N. Fish of Yakutia. – M., 1972. – 360 p.
3. Крюков Н.А. Некоторые данные о положении рыболовства в Приамурском крае. – СПб., 1894. – 87 с.
3. Kryukov N. A. Some data on the situation of fishing in the Amur Region. – St. Petersburg, 1894. – 87 p.
4. Кульбачный С.Е. Некоторые особенности биологии сибирского тайменя Hucho taimen (Salmonidae) из бассейна реки Тугур (Хабаровский край) / С.Е. Кульбачный, А.В. Кульбачная // Вопросы ихтиологии. – 2018. – Т. 58, № 5. – С. 629-632.
4. With Kolbasny E. Some features of the biology of the Siberian taimen taimen salmon (salmon) from the Tugur river basin (Khabarovsk Territory) / S. E. Kulbachny, A.V. Kulbachnaya // Questions of ichthyology. – 2018. – Vol. 58, No. 5. – p. 629-632.
5. Линдберг Г.У. Материалы по рыбам Шантарского моря / Г.У. Линдберг, Г.Д. Дулькейт // Известия ТИНРО. – 1929. – Т. 3., Вып. 1. – 137 с.
5. Lindberg G. U. Materials on the fishes of the Shantar Sea / G. U. Lindberg, G. D. Dulkeit // Izvestiya TINRO – 1929. – Vol. 3., Issue 1 – 137 p.
6. Материалы ХабаровскНИРО по обоснованию ОДУ ВБР во внутренних водах Хабаровского края, Амурской области и ЕАО на 2020 г. – С. 179.
6. Materials of the Khabarovsk Research Institute on the justification of the UBR ODE in the internal waters of the Khabarovsk Territory, the Amur Region and the EAO for 2020 – p. 179.
7. Матвеев А.Н. Экология тайменя водоёмов бассейна оз. Байкал. Ихтиологические исследования озера Байкал и водоёмов его бассейна в конце XX столетия. / А.Н. Матвеев, Н.М. Пронин, В.П. Самусенок – Иркутск, ИГУ. – 1996. – С. 86-103.
7. Matveev A. N. Ecology of the Taimen of the lake basin reservoirs. Baikal. Ichthyological studies of Lake Baikal and reservoirs of its basin at the end of the twentieth century. / A. N. Matveev, N. M. Pronin, V. P. Samusenok – Irkutsk, IGU. – 1996. – pp. 86-103.
8. Москаленко Б.К. Путешествие на Анабару. – М.: Географиз. – 1960. – 128 с.
8. Moskalenko B. K. Journey to Anabara. – M.: Geografiz. – 1960. – 128 p.
9. Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. Итоги Амурской ихтиологической экспедиции 1945-1949 гг. – М. – 1956. – 551 с.
9. Nikolsky G. V. Fish of the Amur basin. The results of the Amur ichthyological expedition of 1945-1949 – M. – 1956. – 551 p.
10. Ольховский И. Таймени Удыхина // Приамурье моё. – 2012. – № 3. – С. 35-37.
10. Olkhovsky I. Taimeni Udykhina // Priamurye moe. – 2012. – No. 3. – p. 35-37.
11. Сабанеев Л.П. Жизнь и ловля пресноводных рыб. – Харьков, Изд. «Прогресс ЛТД». – 1993. – 667 с.
11. Sabaneev L. P. Life and fishing of freshwater fish. – Kharkiv, Ed. "Progress LTD." – 1993 – 667 p.
12. Сигунов П. Н. Ожерелья Джэнхангира. Рассказы о природе. – Москва: Изд. Мысль. – 1967. – 57 с.
12. Sigunov P. N. Jenkhangir's necklaces. Stories about nature. – Moscow.: Izd. Mysl. – 1967. – 57 p.
13. Holcik J., Hensel K., Skacel V. The euroasian huchen, Hucho hucho: largest salmon of the world // Perspectives in Vertebrate science. – 1988. – Vol. 5. – 239 p.
13. Holcik I., Hensel K. Skacel V. Eurasian huchen, Hucho hucho: the largest salmon in the world // Prospects in the science of vertebrates. – 1988. – Vol. 5. – 239 p.

Результаты рыбохозяйственных исследований Шатурской группы озер

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-52-60

Канд. биол. наук

Быков А.Д. – ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

@ 89262725311@mail.ru

Ключевые слова:

Шатурские озера, водоем-охладитель Шатурской ГРЭС, озеро Муромское, озеро Святое, термический режим, ихтиофауна, структура уловов

Keywords:

Shatursky lakes, cooling reservoir of Shaturskaya GRES, Lake Muromskoye, Lake Svyatoye, thermal regime, ichthyofauna, catch structure

RESULTS OF FISHERIES RESEARCH OF THE SHATURSKAYA GROUP OF LAKES

Cand. Biol. Sciences **Bykov A. D.** – leading researcher, all-Russian Research Institute of fisheries and Oceanography (FEDERAL state scientific institution "VNIRO") Moscow
89262725311@mail.ru

Based on the results of comprehensive fisheries research, a brief description of the ecosystem of the lake of the Shaturskaya group operated in the mode of the cooling reservoir of the Shaturskaya GRES is given. The features of the thermal regime of the Shatursky lakes in the zone of the circulating flow of cooled waters are considered. A brief description of the species composition and quantitative indicators of the development of phytoplankton, zooplankton and macrozoobenthos communities is given. The structure of fish catches in the lakes depending on the fishing gear used is considered according to the data of accounting surveys with set nets and fry drag. The process of formation of the ichthyofauna of Shatursky lakes, characteristic of natural and man-made ecosystems of reservoirs-coolers of energy facilities, is shown. The occurrence of native and invasive fish species in catches is described, and the mechanism of seasonal migration of fish depending on the temperature and oxygen regimes of the Shatursky lakes is considered.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на важное энергетическое и рекреационное значение Шатурских озер для экономики и населения восточной части Подмосковья, особенно в условиях высокой антропогенной нагрузки со стороны Шатурской ГРЭС, рыбохозяйственные исследования на них были связаны лишь с аспектами товарного рыбоводства.

За период деятельности садковых рыбоводных хозяйств на

оз. Муромском параллельно с отработкой технологических аспектов выращивания товарной рыбы на теплых водах, сотрудники ФГУП «ВНИИПРХ» в 80-е годы 20 века изучали также термический и кислородный режимы его акватории [3].

В 2012 г. изучение резервов кормовой базы для вселения растительноядных рыб в озера проводили специалисты ГНУ «ВНИИР» и ФГБУ «ЦУРЭН»

[12]. На садковом хозяйстве Шатурской производственно-экспериментальной базы ФГБУ «Мосрыбвод» исследования по отработке биотехники искусственного воспроизводства осетровых рыб проводили аспиранты и сотрудники ведомственных научных институтов Росрыболовства.

Целью данной работы является обобщение современных сведений об экосистеме Шатурских озер, эксплуатируемых в режиме водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС по результатам комплексных рыбохозяйственных исследований на данных водоемах лабораторией пресноводных рыб России ФГБНУ «ВНИРО» с 2010 по 2017 годы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Краткое описание гидрохимических исследований, особенностей зарастания макрофитами, степени развития планктонных и бентосных сообществ озер проводится по результатам гидробиологического мониторинга ФГБНУ «ВНИРО» [11].

При проведении учетных съемок на Шатурских озерах применяли ставные сети на мелко- (шаг ячеи 30-50 мм) и крупного частика (ячея 60-100 мм), связанные по пять сетей в один ряд. Сетные порядки выставляли по сетке станций в дневное время на всех озерах (за исключением оз. Черного) на период проведения учётной ихти-

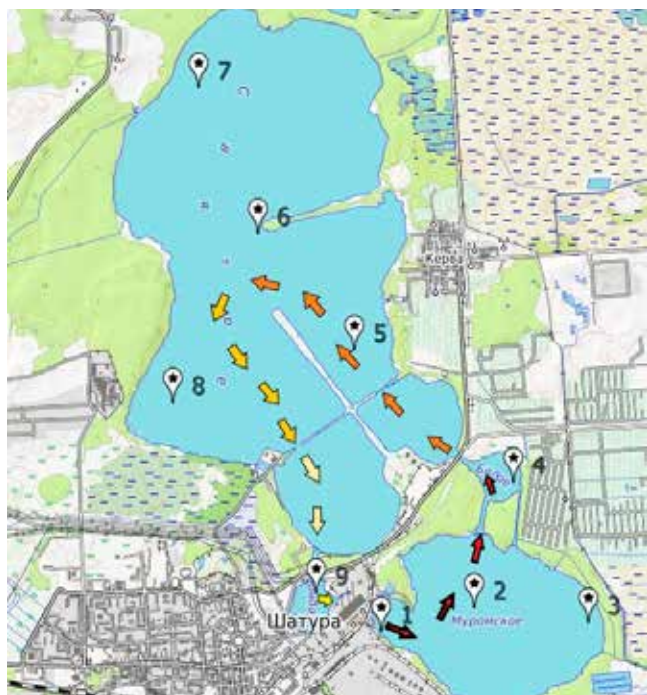


Рисунок 1. Карта-схема станций мониторинга на Шатурских озерах (NoNo станций соответствуют их названиям в табл. 1; стрелками обозначено направление циркуляции охлаждаемых вод Шатурской ГРЭС)

Figure 1. Map-diagram of monitoring stations on Shatur's lakes (station numbers correspond to their names in the table. 1; arrows indicate the direction of circulation of the cooled water of the Shatur's GRES)

По результатам комплексных рыбохозяйственных исследований приводится краткая характеристика экосистемы озер Шатурской группы, эксплуатируемых в режиме водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС. Рассматриваются особенности термического режима Шатурских озер в зоне циркуляционного течения охлаждаемых вод. Дается краткое описание видового состава и количественных показателей развития сообществ макрофитов, фитопланктона, зоопланктона и макрозообентоса. По данным учетных съемок ставными сетями и мальковой волокуши рассматривается структура уловов рыбы в озерах, в зависимости от применяемых орудий лова. Показан процесс формирования ихтиофауны Шатурских озер, характерный для природно-техногенных экосистем водоемов-охладителей энергетических объектов. Описана встречаемость аборигенных и инвазивных видов рыб в уловах, а также рассмотрен механизм сезонных миграций рыб, в зависимости от температурного и кислородного режимов Шатурских озер.

ологической съемки и отбора гидробиологических проб. Всего за период исследований с мая по октябрь 2010-2017 годов было проанализировано 165 уловов различной сетей. При проведении сетных съемок на озерах, дополнительно изучали уловы рыболовов-любителей и браконьеров.

Из-за повсеместной заболоченности и зарастаемости гелофитами литорали Шатурских озер участки, пригодные для притонения волокушей (длина 5 м, шаг ячеи 5 мм), были выбраны только на Муромском и Святом озерах. Всего было проанализировано 12 уловов мальковой волокуши.

Среднюю долю вида рыб в уловах порядка различной сетей определяли делением суммы встречаемости этого вида в каждой сети с определенным шагом ячеи на количество сетей в порядке, в %. Осредненную долю вида в структуре уловов ставных сетей за съемку рассчитывали делением суммы встречаемости вида во всех сетных порядках, выставляемых по сетке станций, на количество учётных станций на данном водоеме.

Для характеристики относительной численности (встречаемости) видов рыб в структуре ихтиоценозов использовали упрощенную градацию встречаемости рыб на основе осредненных показателей их доли в уловах. К редким и малочисленным относили рыб, встречаемость которых составляла $\leq 1\%$; к обычным и многочисленным – $1-10\%$; к доминантам – $\geq 10\%$ [17].

Систематическое положение и латинские названия рыб приведены в соответствии с Атласом [2] и каталогом Fishbase [18].

Статистическую обработку данных осуществляли биометрическими методами [14] с использованием программного пакета Microsoft Excel 2010.

Общий объем собранного и обработанного по традиционным методикам [15] ихтиологического материала на Шатурских озерах составил 1,8 тыс. экземпляров 10 видов рыб.

Таблица 1. Характеристика станций наблюдения гидробиологического и ихтиологического мониторинга на Шатурских озерах / **Table 1.** Characteristics of hydrobiological and ichthyological monitoring stations on Shatursky Lakes

Озеро	Станция		Глубина, м	Характер дна	Зона термофикации вод	Степень зарастаемости
	No	Название				
Муромское	1.	У рыбхоза	2,2	Заиленный песок	Сильная	Нет
	2.	Середина озера	3,5	Ил	Умеренная	нет
	3.	Берег у СНТ	2,1	Ил	Умеренная	Средняя
Белое	4.	У каналов	3,4	Заиленный песок	Средняя	Нет
	5.	У пос. Керва	5,9	Заиленный песок	Слабая	Нет
	6.	Северная дамба	4,1	Заиленный песок	Слабая	Слабая
Святое	7.	У с. Андреевские Выселки	1,4	Ил	Естественный режим	Сильная
	8.	У пос. Митинская	3,7	Ил	Слабая	Нет
Черное	9.	Перед БНС	7,3	Заиленный песок	Слабая	Нет



Рисунок 2. Вид сверху на Шатурские озера
Figure 2. Top view of the Shatursky lakes

Выбор станций отбора гидробиологических проб, постановок сетных порядков и измерения абиотических показателей среды обитания гидробионтов на озерах был обоснован спецификой динамики водных масс в зоне циркуляционного течения водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС (табл. 1, рис. 1).

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШАТУРСКИХ ОЗЕР

Шатурская группа озер ледникового происхождения расположена в восточной части Московской области на территории Туголесско-Дубасовской низменности Центральной части Мещерской равнины. В данной работе рассматриваются четыре озера из этой группы, эксплуатируемых в режиме водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС – Муромское, Белое, Святое и Черное.

Озера между собой связаны искусственными каналами, через которые в озерах создается устойчивый водообмен. На Святом озере построены две струнаправляющие дамбы, формирующие направление зоны циркуляции охлаждаемых водных масс и увеличивающие площадь охлаждения (рис. 1 и 2).

Святое озеро – крупнейшее по площади акватории в Московской области (1180 га), и в группе озер водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС составляет около 80% от всей акватории. Площадь Муромского озера составляет 266 га, а озера Белое и Черное примерно одинаковы – 18 и 15 га, со-

ответственно (рис. 1 и 2). Шатурские озера имеют округлую форму, они мелководны. В Муромском озере средние глубины составляют 2,6 м (наибольшие глубины до 5 м расположены под садковыми линиями рыбхоза). В Белом глубина в среднем составляет 3,3 м. Северная часть Святого озера мелководна – 1,4 м в среднем. В южной части этого озера, с учетом участков дна, углубленных земснарядом, глубина в среднем составляет 4,5 м. Наиболее глубоководно Черное озеро, из которого осуществляется забор воды для охлаждения теплообменного оборудования Шатурской ГРЭС. Озеро периодически очищали от иловых отложений, и средняя глубина в нем составляет 7,0 м.

Вода Шатурских озер гидрокарбонатного класса умеренной жесткости. Содержание биогенных элементов в летний период не превышает ПДК, установленные для рыбохозяйственных водоемов [11].

Кислородный режим в период открытой воды, из-за мелководности и ветроволнового перемешивания водных масс, во всех озерах благоприятный. Процессы деструкции органического вещества в донных отложениях, в условиях ледового покрова, приводят к возникновению устойчивого дефицита кислорода в северной части Святого озера до разделительной дамбы, расположенной на периферии зоны циркуляционного течения сбросных вод Шатурской ГРЭС.

Термический режим в озерах Шатурской группы существенно различается, так как их эксплуатация в режиме водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС приводит к неравномерному прогреву акватории озер в течении года. Так как движение водных масс в зоне циркуляционного течения происходит по кольцу (в направлении Муромское → Белое → Святое → Черное), то наиболее термофицирована акватория западной части Муромского озера, где летом температура воды свыше 28°C держится более двух месяцев. Разница между температурой воды в нем у западного берега и восточного, в зависимости от направления ветра, летом может достигать более 5°C (рис. 3).

В зимний период, в зависимости от температуры воздуха, на Муромском озере практически не бывает ледового покрова [11].

Более трети акватории оз. Святого, расположенного севернее струенаправляющих дамб, имеет естественный температурный режим и замерзает зимой.

Осредненные показатели сезонной динамики температуры воды на сбросе теплых вод (оз. Муромское) и водозаборе охлажденной воды (оз. Черное) за 2005-2008 гг. и 2010-2012 гг. представлены на рисунке 4.

В зоне циркуляционного течения охлаждаемых вод максимальная разница в температуре в течение года составляет в среднем около 5°C. Так как летние периоды 2010-2011 гг. характеризовались исключительно жаркой погодой, то средняя температура воды в июле в этот период превышала пороговые значения для большинства гидробионтов умеренных широт и составляла в среднем 29°C. В расположенном на оз. Муромском садковом рыбноводном хозяйстве ЦФ ФГБУ «Главрыбвод», с наступлением жаркой погоды, периодически происходила массовая гибель рыбы в садках от летальных ($\geq 30^\circ\text{C}$) температур сбросных вод Шатурской ГРЭС.

Мелководность озер и постоянный уровень воды, поддерживаемый специально для эксплуатации их в режиме водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС, способствуют интенсивному развитию макрофитов. Видовой состав водной растительности включает в себя не менее 36 видов высших растений и харовые водоросли, из которых 18 видов относятся к гидрофитам, 6 – к плавающим и 12 – к гелофитам. В классе формаций водно-болотной растительности озер наибольшее значение имеют группы формаций высоких надводных трав, к которым относятся формации *Phragmites australis* и *Typha latifolia* окаймляющие повсеместно большую часть береговой линии всех озер до глубины 1,5 м. В группе формаций «погруженная водная растительность» наибольшее значение в озерах занимают формации *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton crispus*, *P. luncea*, *P. perfoliatus*, *Elodea canadensis* и *Characeae*. Причем если роголистник распространен повсеместно до глубин 2 м, то распространение термофильного гидрофита – *Vallisneria spiralis* ограничивается преимущественно литоральной зоной западного побережья Муромского озера. Смешанные формации «плавающей растительности» из *Nuphar lutea*, *Persicaria amphibia* и *Hydrocharis* в наибольшей степени распространены в северной части наиболее мелководной акватории Святого озера. В конце вегетационного сезона здесь проективное покрытие смешанных ассоциаций кубышки желтой и гречихи земноводной составляет до 70% всей акватории.

В альгофлоре Шатурских озер за 2011-2017 гг. было обнаружено 39 видов преимущественно эврибионтных водорослей, относящихся к семи отделам: Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyceae, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta и Xanthophyta. Наибольшее видовое разнообразие характерно для Chlorophyta (18 видов). По биомассе в озере Муромском доминируют Cyanophyceae (*Microcystis aeruginosa*, *Aphanisomenon flos-aquae*) в Святом озере – Chlorophyta (виды рода *Scenedesmus*). Сред-

ние показатели биомассы фитопланктона составляли в Муромском озере в 2011 г. – 10,2 г/м³; в 2013 г. – 6,8 г/м³ [12]; в 2017 г. – 13,2 г/м³; в Святом в 2017 г. – 5,7 г/м³. В сезонной динамике развития фитопланктона Шатурских озер наблюдаются закономерности, характерные для экосистем водоемов-охладителей ГРЭС. В условиях циркуляции подогретых вод и увеличении периода вегетации наибольшие показатели биомассы характерны весной и осенью для зоны сильного подогрева (оз. Муромское), а летом – для зоны умеренного подогрева (озера Белое, Святое, Черное) [11].

Всего в составе зоопланктона Шатурских озер за 2011-2017 гг. было обнаружено 24 вида зоопланктонов. Наибольшее видовое разнообразие характерно для Святого озера, а наименьшее – для Муромского. Структура планктофауны, в условиях циркуляционного течения сбросных вод ГРЭС, различна. Для участков с умеренным подогревом (оз. Святое, Белое, Черное) характерно преобладание Cladocera (*Bosmina coregoni*, *Daphnia galeata* и *Chydorus sphaericus*, *Leptodora kindtii*) и более вы-

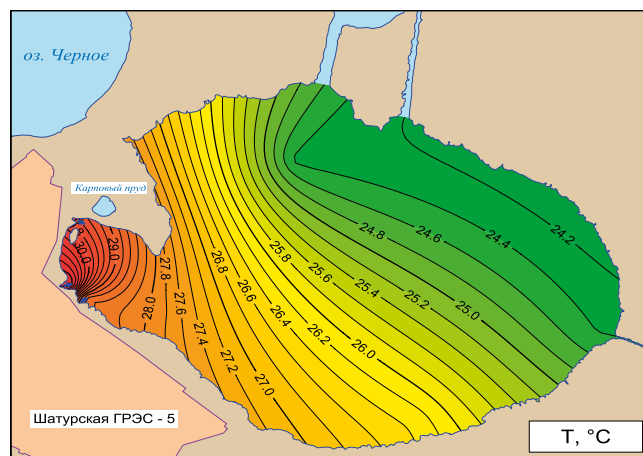


Рисунок 3. Распределение температуры (t°C) в оз. Муромское. 11.07.2016 года

Figure 3. Temperature distribution (t°C) in the lake. Muromskoye. 11.07.2016

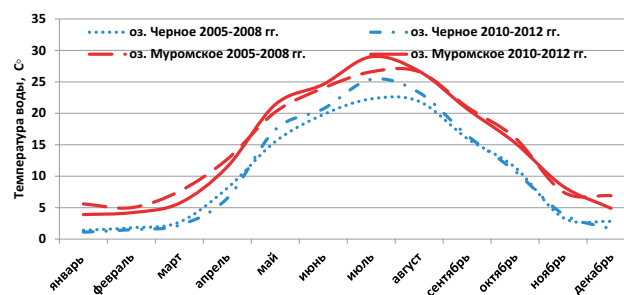


Рисунок 4. Сезонная динамика показателей средних температур воды в озерах Муромское и Черное за 2005-2008 гг. и 2010-2012 годы

Figure 4. Seasonal dynamics of average water temperatures in Lakes Muromskoye and Chernoye for 2005-2008 and 2010-2012

Таблица 2. Структура уловов ставных сетей на Шатурской группе озер, % по встречаемости / **Table 2.** Structure of net catches in the Shaturskaya group of lakes, % by occurrence

Вид	Муромское					Белое		Святое			
	2010	2011	2012	2017	2017	2011	2017	2012	2017	2012	2017
Карась серебряный	75,7	25,1	9,5	69,7	50,0	12,3		23,8	35,7		100
Канальный сом			0,8								
Лещ	55	15,5	38,3	27,8	9,5	42,2	15,5	18,3	63,2	14,6	
Линь			0,8								
Окунь	10,3	43,8	0,8	42,3		53,5	97,5	34,8		56,3	
Плотва	5,9	3,1	44,1	38,7		18,7	2,5	11,2			
Сазан	4,2										
Судак	45	3,1	5,7	2,5	9,5	7,8		8,7	1,1	22,9	
Щука	4,0	9,4						3,2		6,2	
Всего:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Количество видов	5	2	6	7	3	4	3	4	2	6	3
Шаг ячеи, мм	40-45	60-80	40-45	30-50	60-80	30-50	60-80	30-50	30-50	30-50	60-80

Таблица 3. Структура уловов мальковой волокушей на Шатурской группе озер, % по встречаемости / **Table 3.** Structure of catches of juvenile trawls on the Shaturskaya group of lakes, % by occurrence

Вид	Муромское			Святое	
	2010	2012	2017	2012	2017
Карась		5,3			
Окунь	41,8	37,5	72,8	17,6	5,6
Лещ		10,2		12,8	25,8
Плотва	34,5	31,5	23,1	53,2	64,1
Ротан		2,3			
Уклейка	23,7	13,2	4,1	15,2	4,5
Щиповка				1,2	
Всего:	100	100	100	100	100
Количество видов	3	6	3	5	4

сокие показатели биомассы – 3,8-11,2 г/м³. В зоне сильного подогрева (оз. Муромское) по количественным показателям развития доминируют Соперода (*Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops vernalis*) со средневегетационной биомассой в 2011-2017 гг. равной 3,5 г/м³ [11].

Так как донные грунты Шатурских озер представлены повсеместно в основном торфянистыми илами типа «дью», то бентофауна в них однообразна и представлена небольшим количеством видов, относящихся к трем классам: *Oligochaeta* (Annelida), *Bivalvia* (Mollusca) и *Insecta* (Arthropoda). Основу численности и биомассы на всех учетных станциях формируют личинки *Chironomus plumosus*. Существенную роль в донных сообществах озера Муромского играют также *Limnodrilus hoffmeisteri* – эвритермный вид, устойчивый к пороговым значениям температуры сбросных вод ГРЭС в летний период. Из некормового бентоса повсеместно в озерах распространены крупные моллюски *Anodonta anatina* Linné, 1758 и *Unio tumidus* (Philippson, 1788). Биомасса кормового

макрозообентоса в зоне умеренного подогрева (озера Белое, Святое, Черное) в среднем выше (3,5 г/м²), чем в зоне сильного подогрева (оз. Муромское) – 2,5 г/м² [11]. В связи с подрывом численности популяций крупных бентофагов – леща и сазана, из-за интенсивного браконьерства на озерах, в последние годы наблюдается рост средней биомассы зообентоса [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего в уловах ставных и кольцевых сетей на Шатурской группе озер было зафиксировано девять видов рыб. Наибольшую встречаемость в озерах, как и в большинстве водоемов Центральной России, имели эврибионтные виды – речной окунь, плотва и лещ. Десять лет назад наиболее многочисленным видом в уловах был также серебряный карась, доля которого в последние годы существенно сократилась из-за браконьерства. Обычными в уловах были также крупные ихтиофаги – судак и щука. Из акклиматизантов единичную встречаемость в уловах на оз. Муромском имели канальный сом и сазан (табл. 2).

Видовой состав уловов крупноячеинных сетей был однообразен. С различной долей встречаемости в уловах были зафиксированы карась серебряный, лещ и судак. Растительноядные рыбы из-за их низкой численности в сетных уловах не фиксировались (табл. 2).

Всего в уловах волокуши было зафиксировано семь видов рыб. Уловы мальковой волокуши на Муромском и Святом озерах были схожи между собой с доминированием в них речного окуня, плотвы и уклейки (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование ихтиофауны водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС происходило через миграции молоди и производителей аборигенных видов рыб из верховьев Клязьмы по р. Большая Ушма в оз. Святое. Таким образом, основу рыбного населения озер на первоначальном этапе составили наиболее массовые виды, обитающие в р. Клязьма. Однако до постройки Шатурской ГРЭС кислородный режим в мелководном и сильно зарастающем озере в зимний период был неблагоприятным и после регулярных зимних заморозов постоянный состав ихтиофауны был представлен лишь эврибионтными лимнофильными видами – золотым карасем, линем, верховкой и щукой. И только после начала эксплуатации группы Шатурских озер, в режиме водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС, начиная с 20-х годов 20 века и улучшения кислородного режима при циркуляции воды по каналам, соединяющим озера между собой, в условиях отсутствия ледового покрова, состав ихтиофауны озер заметно расширился.

В дальнейшем на увеличение разнообразия ихтиофауны Шатурских озер повлиял процесс акклиматизации ценных в рыбохозяйственном отношении термофильных гидробионтов. В целях биологической мелиорации и повышения рыбопродуктивности водоемов-охладителей в разные годы проводилось зарыбление растительноядными видами рыб, судаком, канальным сомом и карпом. Деятельность на оз. Муромском двух садковых рыбоводных хозяйств приводила к периодическому появлению в озерах «беглецов» из садков – сибирского осетра, стерляди и радужной форели, которые иногда встречаются в браконьерских и любительских уловах.

Таким образом, в настоящее время, за период собственных наблюдений и по опросным данным, в Шатурских озерах обитает 23 вида рыб. Одинадцать из них были аборигенными для ледниковых и карстовых озер Мещерской низменности [8]. А остальные появились в процессе формирования природно-техногенной экосистемы водоемов-охладителей ГРЭС. Состав ихтиофауны, относительная встречаемость рыб озер Шатурской группы показаны в таблице 4.

Таксономическая структура современного состава ихтиофауны Шатурских озер состоит из 23 видов рыб, относящихся к шести семействам. Наибольшим числом видов, представлено семейство карповых – 16 видов рыб или 70% от общего числа видов. Окуневые представлены 3 видами

или 13% от общего числа видов. Рыбы других семейств представлены по одному виду (табл. 4). В данный список не включены объекты товарной аквакультуры (сибирский осетр, стерлядь, радужная форель) и декоративного рыбоводства (карпы кои, китайские золотые рыбки), появляющиеся периодически в озерах после ухода их из садков и обитающие в естественной среде обитания не продолжительное время.

Представители аборигенной ихтиофауны Шатурских озер относятся к понто-каспийскому пресноводному, бореально-равнинному и третичному равнинному пресноводному фаунистическим комплексам. Виды – акклиматизанты и саморасселенцы занимают достаточно высокую долю (не менее 35%) в составе рыбного населения озер и относятся преимущественно к китайскому равнинному фаунистическому комплексу.

Видами – доминантами ихтиоценоза Шатурских озер по численности и биомассе в настоящее время являются плотва, уклейка, лещ, серебряный карась и речной окунь. В сильно зарастающей макрофитами литорали северной части оз. Святого достаточно обычны щука, красноперка, горчак, верховка, ротан, линь. Здесь изредка встречаются язь, ерш и золотой карась.

Преимущественно в зоне циркуляционного течения водоемов-охладителей ГРЭС обитают интродуценты: обычные (судак, сазан) или редкие (белый и пестрый толстолобики, белый и черный амур, канальный сомик) по встречаемости в уловах.

Инвазивные виды, появившиеся в водоеме-охладителе Шатурской ГРЭС, представлены акклиматизантами (сазан, белый и пестрый толстолобики, гибридная форма толстолобиков, белый и черный амур), вселение которых целенаправленно осуществлялось с целью биологической мелиорации и повышения рыбопродуктивности озер. Последнее массовое зарыбление сазаном; белым и черным амурами; белым и пестрым толстолобиками проводилось по программе биомелиорации осенью 2013 года. В небольших объемах (2-5 тыс. экз. в год) озера зарыблялись в 2014-2020 гг. молодью сазана, белого толстолобика и белого амура.

Случайно в озера попадают, путем ухода из садков, сибирский осетр, стерлядь и радужная форель, канальный сомик. Последний в оз. Муромском натурализовался, а другие виды не размножаются, и их или постепенно вылавливают, или они погибают в условиях жаркого лета.

Расширение ареала экологически пластичных видов рыб привело к формированию в Шатурских озерах с 90-х годов 20 века диплоидной популяции серебряного карася, где он в короткие сроки натурализовался, и его популяция достигла высокой численности. После появления в озерах серебряного карася амурской формы, золотой карась здесь практически исчез, из-за антагонистических отношений между этими видами, установленными ранее на водохранилищах и прудах Тульской области и озерах Белоруссии [4; 6; 7; 16]. Сходный характер замещения отдельных компонентов их-

Таблица 4. Современный состав ихтиофауны Шатурских озер /
Table 4. Current composition of the ichthyofauna of the Shatursky lakes

Семейства, виды рыб	По А.Д. Павлову, [13]	Наши данные, 2010–2017 гг.
СЕМЕЙСТВО ECOCIDAE Cuvier, 1816 – ЩУКОВЫЕ		
<i>Esox lucius</i> L., 1758 – обыкновенная щука	2	2
СЕМЕЙСТВО CYPRINIDAE Bonaparte, 1832 – КАРПОВЫЕ		
<i>Abramis brama</i> (L., 1758) – лещ	3	3
<i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758) – уклейка	3	3
<i>Carassius carassius</i> (L., 1758) – золотой карась	1	1
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) – серебряный карась	3C	3C
<i>Cyprinus carpio</i> (L., 1758) – сазан (каarp)	2A	2A
<i>Gobio gobio</i> (L., 1758) – обыкновенный пескарь		1
<i>Leuciscus deloneatus</i> (Heckel, 1843) – обыкновенная верховка		1
<i>Leuciscus idus</i> (L., 1758) – язь		1
<i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758) – плотва	3	3
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758) – красноперка		1
<i>Tinca tinca</i> (L., 1758) – линь	2	2
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845), – пестрый толстолобик	1A	1A
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844) – белый толстолобик	1A	2A
<i>Ctenopharyngodon idella</i> Valenciennes, 1844 – белый амур	1A	1A
<i>Mylopharyngodon piceus</i> Richardson, 1846 – черный амур	1A	1A
<i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas, 1776) – обыкновенный горчак		1C
СЕМЕЙСТВО COBITIDAE Swainson, 1838 – ВЬЮНОВЫЕ		
<i>Cobitis taenia</i> (L., 1758) – обыкновенная щиповка		2
СЕМЕЙСТВО PERCIDAE Cuvier, 1816 – ОКУНЕВЫЕ		
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L., 1758) – обыкновенный ерш	1	1
<i>Perca fluviatilis</i> L., 1758 – речной окунь	3	3
<i>Sander lucioperca</i> (L., 1758) – обыкновенный судак	2	2
СЕМЕЙСТВО ICTALURIDAE Gill, 1861 – ИКТАЛУРОВЫЕ		
<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818) – канальный сом	1A	1A
СЕМЕЙСТВО ODONTOBUTIDAE Gill, 1993 – ОДОНТОБУТОВЫЕ		
<i>Perccottus glenii</i> Dybowski, 1877 – головешка-ротан	1C	1C
Всего видов:	17	23

Примечание: 1 – редкий вид; 2 – обычный вид; 3 – многочисленный вид; A – акклиматизант; C – саморасселенец.

тиофауны произошел и с верховкой [1], которая, при высокой численности уклейки, практически отсутствует в составе рыбного населения Шатурских озер. Причем золотой карась и верховка многочисленны в большинстве затопленных карьеров бывших торфоразработок Шатурского района Подмоскoвья и, не имеющей постоянной гидрологической связи с притоками, р. Клязьма.

Несмотря на благоприятные условия обитания в озерах для ротана и обыкновенного горчка, их численность здесь сдерживается щукой и окунем и в настоящее время эти виды скорее относятся к редким видам, хотя факты их поимки любителями подтверждаются.

Термический и кислородный режимы Шатурских озер оказывают существенное влияние на динамику сезонного распределения рыб на разных этапах их жизненного цикла. Так, отепляющее воздействие охлаждаемых вод на биоту

озер, для большинства эвритермных видов карповых и окуневых, способствует прохождению нереста рыб в более ранние сроки и круглогодичному нагулу их в зоне циркуляционного течения, особенно в зимний период. Отсутствие ледового покрова на Муромском озере и циркуляция водных масс приводит к улучшению кислородного режима и привлекает рыбу в осенне-зимний период в зону умеренного и сильного подогрева. Наибольшие концентрации рыб зимой наблюдаются в оз. Муромском и особенно в местах расположения садковых линий, что характерно и для большинства водоемов-охладителей [5; 9]. С наступлением жаркой погоды, сезонные нагульные миграции рыб, за исключением термофильных интродуцентов, характеризуются противоположной направленностью из-за пороговых для рыб температур воды (28–30°C) в зоне сильного подогрева в июле-августе

и снижением содержания кислорода. В летний период, основной нагульной акваторией большинства видов является Святое озеро. Таким образом, сочетание продолжительности нагула, наряду с возможностью миграции рыб по озерам, в зависимости от температуры воды и содержания в ней кислорода, способствуют более высокому темпу роста рыб в Шатурских озерах, чем в других водоемах Подмоскovie с естественным температурным режимом (табл. 5).

Несмотря на благоприятные условия обитания рыб в Шатурских озерах, состояние популяций промысловых видов рыб и, прежде всего, леща, судака, сазана, щуки находятся в депрессивном состоянии из-за интенсивного браконьерского лова. Из всех наиболее крупных водоемов Московской области именно на Шатурских озерах наиболее развит сетной браконьерский лов рыбы. Его процветанию здесь способствует близкое расположение озер к г. Шатура, отсутствие постоянных рейдов рыбоохраны, наличие незамерзающих в зимний период акваторий, доступность и высокая уловистость ставных сетей китайского производства при обловах в мелководных водоемах. Также существенное негативное влияние на запасы рыбы оказывает лов подъёмниками и сетными «экранами» в каналах, соединяющих озера и сбросе теплых вод в оз. Муромское.

Нелегальный вылов рыбы в год здесь, по экспертной оценке ФГБНУ «ВНИРО», составляет не менее 10 т, а вылов любителями – около 5 т [11]. Любительское рыболовство развито преимущественно в зимний период на Муромском оз. в районе сброса теплых вод Шатурской ГРЭС [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности морфологии, гидрологического, термического и кислородного режимов Шатурских озер за период их эксплуатации в режиме водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС привели к формированию в них структуры рыбного населения, характерной для природно-техногенной экосистемы водоемов-охладителей ГРЭС Центральной России, с доминированием экологически пластичных видов. На расширение видового

состава ихтиофауны озер в значительной степени повлиял процесс саморасселения и интродукции новых видов рыб, появление которых стало возможно только после развития садкового рыбоводства на теплых водах и биомелиоративных мероприятий, направленных на снижение продукции автотрофов.

Структурные перестройки рыбной части сообщества в настоящее время можно рассматривать как фазу «стабилизации» экосистемы водоемов-охладителей Шатурской ГРЭС в условиях динамики снижения среднесезонных показателей термического режима озер по сравнению с 70-80 годами 20 века.

Эксплуатацию водных биоресурсов в Шатурских озерах сейчас можно назвать нерациональной и в значительной степени неуправляемой. Для развития рыбного хозяйства на водоемах-охладителях Шатурской ГРЭС рекомендуется проведение комплекса биомелиоративных мероприятий по интродукции, охране и рациональному использованию популяций растительноядных видов рыб по схеме «пастбищного рыбоводства».

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Артаев О.Н. Рыбное население бассейна реки Мокши. / О.Н. Артаев, А.Б. Ручин – Саранск, 2017. – 248 с.
1. Artaev O. N. Fish population of the Moksha river basin. / O. N. Artaev, A. B. Ruchin-Saransk, 2017. – 248 p.
2. Атлас пресноводных рыб России: В 2 томах. Т.2. / Под ред. Ю.С. Решетникова – М.: Наука, 2002. – 353 с.
2. Atlas of freshwater fish of Russia: In 2 volumes. Vol. 2. / Ed. by Yu. S. Reshetnikov-M.: Nauka, 2002. – 353 p.
3. Багров А.М., Самарин Н.И., Степаненко В.М. Опыт выращивания производителей толстолобиков в садках, установленных в водоеме-охладителе Шатурской ГРЭС // Тезисы докладов IV Все-союзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод. – Курчатов. – 1990. – С. 55.
3. Bagrov A.M., Samarin N. I., Stepanenko V. M. Experience of growing silver carp producers in cages installed in the cooling pond of the Shaturskaya GRES // Abstracts of the reports of the IV All-Union Meeting on the Fishery Use of Warm Waters. – Kurchatov. – 1990. – p. 55.
4. Быков А.Д. Серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в структуре ихтиоценозов водохранилищ Тульской области / А.Д. Быков, Н.Н. Староверов // Рыбное хозяйство. – 2013. – №3. – С. 66-69.

Таблица 5. Сравнение средних показателей массы рыб по возрастным группам в водоеме-охладителе Шатурской ГРЭС (2012 г.) и московских водохранилищ (2013 г.), г /

Table 5. Comparison of average fish mass indicators by age groups in the cooling reservoir of Shaturskaya GRES (2012) and Moskvoretsky reservoirs (2013), g

Возраст, лет	Лещ			Плотва			Судак		
	Му ¹	М ²	И ³	Му ¹	М ²	И ³	Му ¹	М ²	И ³
2+	77	54	78	42			244	215	201
3+	127	76	113	127	112	61	391	305	369
4+	240	125	216	180	125	96	646	566	685
5+	422	235	345	220	134	136	718	662	
6+	617	320	412	251	146	253	1324	830	
7+	859		634				2736	1108	
	109	65	35	91	37	46	15	25	33

Примечание: Му¹ – оз. Муромское; М² – Можайское вдхр.; И³ – Истринское вдхр.



4. Bykov A. D. Silver crucian carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) in the structure of the fish community of reservoirs in Tula region / A. D. Bykov, N. N. Old believers // fisheries. – 2013. – No. 3. – P. 66-69.
5. Быков А.Д. Особенности обитания и сезонного распределения рыб в зоне циркуляционного течения водоема-охладителя Смоленской АЭС. / А.Д. Быков, С.И. Меньшиков, Ю.А. Митенков // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – №4. – 2014. – С 31-39.
5. Bykov A. D. peculiarities of the habitat and seasonal distribution of fish in the area of circulation of the flow of the reservoir-cooler of Smolenskaya NPP. / D. A. Bykov, S. I. Menshikov, Yu. A. mittens // fish Farming and fisheries. – No. 4. – 2014. – From 31-39.
6. Быков А.Д. Современное состояние ихтиофауны водохранилищ Тульской области / А.Д. Быков, Ю.А. Митенков // Вопросы рыболовства. – 2017. – Т. 18. – № 4. – С. 446-461.
6. Bykov A.D. Modern state of the ichthyofauna of reservoirs in the Tula region / A.D. Bykov, Yu. A. Mitenkov // Voprosy rybolovstva. – 2017. – Vol. 18. – No. 4. – p. 446-461
7. Быков А.Д. К вопросу использования водоемов комплексного назначения в бассейне Верхней Оки для целей аквакультуры // Вопросы рыболовства. – 2019. – Т. 20. – № 1. – С. 83-92.
7. Bykov A.D. On the issue of the use of reservoirs of complex purpose in the Upper Oka basin for the purposes of aquaculture. – 2019. – Vol. 20. – No. 1. – pp. 83-92.
8. Иванчева Е.Ю. Результаты и перспективы изучения рыбного населения центральной озерно-речной системы Мещерской низменности / Е.Ю. Иванчева, В.П. Иванчев, И.Ю. Лычковская // Трансформация экосистем. – 2018. – Т. 1. – № 2. – С. 92-107.
8. Ivancheva E. Yu. Results and prospects of studying the fish population of the central lake-river system of the Meshcherskaya lowland / E. Yu. Ivancheva, V. P. Ivanchev, I. Yu. Lychkovskaya // Transformation of ecosystems. – 2018. – Vol. 1. – No. 2. – pp. 92-107.
9. Карлов В.И., Крепис О.И. Перестройка ихтиофауны, распределение и структура популяций промыслово-ценных видов рыб. В кн.: Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. / В.И. Карлов, О.И. Крепис – Кишинев: Изд-во «Штиинца». –1988. – С. 165-180.
9. Karlov V. I., Krepis O. I. Perestroika ichthyofauna, distribution and structure of populations of commercially valuable fish species. In: Bioproduction processes in cooling reservoirs of thermal power plants. / V. I. Karlov, O. I. Crepis – Chisinau: Publishing house "shtiintsa". – 1988. – p. 165-180.
10. Катанская В.М. Растительность водохранилищ-охладителей тепловых электростанций Советского Союза. –Л.: Наука, 1979. – 279 с.
10. Katanskaya V. M. Vegetation of reservoirs-coolers of thermal power plants of the Soviet Union. – L.: Nauka, 1979. – 279 p.
11. Материалы, обосновывающие объёмы возможного вылова водных биоресурсов во внутренних водах Российской Федерации за исключением внутренних морских вод Российской Федерации на 2018 год. 2017. Т. IV (в двух книгах). Волжско-Каспийский рыбохозяйственный бассейн. Книга 1. Северный рыбохозяйственный район Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна. – М.: ВНИРО. – 330 с.
11. Materials justifying the volume of possible catch of aquatic bioresources in the internal waters of the Russian Federation with the exception of the internal sea waters of the Russian Federation for 2018. 2017. Vol. IV (in two books). Volga-Caspian fishery basin. Book 1. The northern fishing region of the Volga-Caspian fishing basin. – Moscow: VNIRO – 330 p.
12. Отчет о НИР: «Разработка рыбоводно-биологического обоснования для выполнения биомелиоративных работ на Шатурской группе озер». М.: Фонды ГНУ «ВНИИР». – 2013. – 162 с.
12. Research report: "Development of a fish-breeding and biological justification for performing biomeliorative work on the Shaturuskaya group of lakes". M.: Funds of the State Scientific Research Institute "VNIIR". – 2013. – 162 p.
13. Павлов А.Д. На Шатурских озерах // Рыболов. – 2011. – №12. – С. 48-56.
13. Pavlov, A. D. On the Shatursky lakes // Angler. – 2011. – No. 12. – p. 48-56.
14. Плохинский Н.А. Биометрия – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 265 с.
14. Plokhinsky N. A. Biometriya – M.: MSU Publishing House, 1970. – 265 p.
15. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. –376 с.
15. Pravdin I. F. Guide to the study of fish. – M.: Food industry, 1966. – 376 p.
16. Ризевский В.К. О вытеснении аборигенного карася золотого интродуцированным карасем серебряным / В.К. Ризевский, А.В. Зубей, И.А. Ермолаева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. –2013. – Т. 29. – С. 275-287.
16. Rizevsky V. K. On the displacement of native golden carp by introduced silver carp / V. K. Rizevsky, A.V. Zubey, I. A. Ermolaeva // Issues of fisheries in Belarus. – 2013. – Vol. 29. – p. 275-287.
17. Fishbase. Accessible via: <https://www.fishbase.se/search.php>. 02.04.2019.
17. Fishbase. Accessible via: <https://www.fishbase.se/search.php>. 02.04.2019.

Инновационные технологии пастбищного озерного рыбоводства Зауралья

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-61-69

Д-р биол. наук, профессор
И.С. Мухачев – Кафедра
зоологии и эволюционной
экологии животных, Тюменский
государственный университет

@ Fishmis@mail.ru

Ключевые слова:
эколого-рыбохозяйственный
мониторинг, озера
заморного типа, повышение
рыбопродуктивности,
эффективные мелиорации
озёр, рыхление донных
отложений, поликультура,
фитофаги

Keywords:
ecological and fishery
monitoring, lakes of the
overseas type, increase of
fish productivity, effective
reclamation of lakes, loosening
of bottom sediments,
polyculture, phytophagous

INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF PASTURE LAKE FISH FARMING IN THE TRANS-URALS

Doctor of Biological Sciences, Professor **I.S. Mukhachev** – Department of Zoology
and Evolutionary Ecology of Animals, Tyumen State University, Fishmis@mail.ru

The article describes the development of pasture lake fish farming within the forest-steppe Trans-Urals on the basis of improving the technologies of the fish-breeding process of one - year and two-year cultivation of commercial fish. Thanks to the introduction of integrated reclamation of lakes of the overseas type of the Trans-Urals and innovative fish farming technologies that use the reclamation effect of aeration of reservoirs in winter, loosening of bottom silt deposits during open water, the natural production potential of the lakes allowed to increase the fish productivity from 30-50 kg / year to 130-200 kg/ha per year. Based on the long-term monitoring of the ecological and fisheries situation of the lakes, it is recommended to intensify the process of modernization of existing fish farms and start creating new ones, which will significantly increase the importance of the Trans-Urals fisheries as part of the agro-industrial complex of Russia. It is recommended to include herbivorous fish – white Amur and white silver carp, and consumers of detritus and bottom silt-pilengas, which can effectively grow in salt water reservoirs, which are many within the southern Trans-Urals.

Целью аналитического обзора является характеристика современных технологий пастбищного озерного рыбоводства в пределах лесостепной зоны Зауралья, иллюстрирующих динамичное реальное повышение показателя общей рыбопродуктивности в расчёте на 1 га озерных рыбхозов, на основе совершенствования рыбоводных и мелиоративных работ. Для этого использованы ежегодные отчет-

ные данные о фактических уловах рыбы в озерах разных рыбхозов Челябинской, Курганской и Тюменской областей, а также материалы личного мониторинга эколого-рыбохозяйственной ситуации большого количества озёр [1-6] за длительный период времени.

Одними из первых, начиная с 50-х годов прошлого столетия, к систематическим работам по повышению рыбопродуктив-

ности озер приступили рыбоводные хозяйства Челябинскрыбпрома и Курганского рыбокомбината, которые внедрили технологию однолетнего выращивания сиговых рыб на основе приоритета пеляди. В процессе научного обобщения практики уральского озёрного рыбоводства [7-12] рекомендовано для производства ценной пищевой рыбы использовать неглубокие озера лесостепи, испытывающие периодические заморные явления (острый дефицит кислорода в воде), с сопровождением процесса аэрирования воды в зимний период. В первые годы рыбопродуктивность озер карасевого ихтиологического типа, по выращиваемой сиговой рыбе методом однолетнего нагула, составляла 25-50 кг/га.

В пределах Западносибирской равнины, по причине изменчивости климатических показателей с цикличностью 20-50 лет [13-14], происходит изменение уровня режима озер лесостепной и степной природных зон, что существенно отражается на эффективности рыбного хозяйства, базирующегося на водоёмах, подверженных периодическим колебаниям уровня воды. В итоге резко изменяется состав рыбного населения вплоть до полного исчезновения рыб по причине фактора солёности и резкого дефицита кислорода в воде [15]. Значительно раньше эта зональная проблема предопределила необходимость обоснования конкретных улучшений экологической среды на основе методов ландшафтной мелиорации [16-19] и применения аэрационной техники.

По рекомендациям зональной рыбохозяйственной науки, одним из первых в нашей стране в 1968 г. был создан Казанский озёрный рыбхоз (ОТРХ) на лесостепном юго-востоке Тюменской области. Совместная работа производителей и учёных предметно доказала на практике, что «среднегодовая» рыбопродуктивность мелководных озер Зауралья, подвергнутых ландшафтной мелиорации [11-12], может достигать 100-130-200 кг/га в год за счёт совместного выращивания пеляди и карпа, по сравнению с, бытовавшими прежде, ежегодными промысловыми уловами золотого и серебряного карася 20-35 кг/га.

Однако для стабилизации высоких уловов необходимо соблюдать ряд требований и, прежде всего, по подбору водоёмов, позволяющих обеспечить качественное выращивание товарной рыбы методом поликультуры. Для этого требуется проведение комплексного эколого-рыбохозяйственного исследования и определение водоёмов, пригодных для рыбоводного процесса, потому что фактически по ряду причин не каждое озеро может быть использовано для выращивания товарной рыбы, в связи с экстремальной экологией (мелководность глубины – менее 2 м, высокая минерализация воды хлоридно-натриевого класса).

Используя разработки зональной науки, современные пользователи озер Зауралья Курганской, Тюменской, Челябинской областей на основе методов рыхления ила (рис.1, 2) при выра-

В статье даётся характеристика развития пастбищного озёрного рыбоводства в пределах лесостепного Зауралья на основе совершенствования технологий рыбоводного процесса однолетнего и двухлетнего выращивания товарной рыбы. Благодаря внедрению комплексной мелиорации озер заморного типа Зауралья и инновационных технологий рыбоводства, использующих мелиоративный эффект аэрации водоёмов зимой, рыхление донных иловых отложений в период открытой воды, естественный продукционный потенциал озёр позволил увеличить показатель рыбопродуктивности с 30-50 кг/ в год до 130-200 кг/га в год. На основе длительного мониторинга эколого-рыбохозяйственной ситуации озер рекомендуется интенсифицировать процесс модернизации действующих рыбхозов и приступить к созданию новых, что значительно повысит значение рыбного хозяйства Зауралья в составе агропромышленного комплекса России. Рекомендуется в состав озёрной поликультуры включить растительноядных рыб – белого амура и белого толстолобика, и потребителя детрита и донного ила – пиленгаса, способного эффективно расти в водоёмах с соленой водой, которых много в пределах южного Зауралья.

щивании поликультуры сиговых и карпа в мелиорируемых водоёмах и применения аэрационной техники зимой, стабильно получают 130-200 кг/га ценной рыбы в год (рыбхозы: «СТРХ», «Сибирская тема», «Перспектива-Плюс», «Балык», «Альтернатива» и многие другие). Однако, когда в регионе Зауралья в достатке появится жизнестойкий посадочный материал белого амура, белого толстолобика и пиленгаса – рыб, активно потребляющих водную растительность, придонный детрит, то в эвтрофных озерах с сапропелевыми илами будут выращивать 350-400 кг/га ежегодно, поскольку сиговые и карп уже составляют половину возможного улова за счёт питания организмами зоопланктона и зообентоса. Другие же продуценты озёрных экосистем подвержены ежегодному процессу деструкции, и пополнению донных отложений.

По нашему мнению, в районированный комплекс озёрной поликультуры в пределах лесостепной зоны Западносибирской равнины, кроме сиговых рыб, обязательными объектами должны входить: карп, сазан, растительноядные рыбы – белый амур и белый толстолобик. Такой комплекс поликультуры быстрорастущих рыб позволит пользователям озер региона выращивать товарную рыбу в водоёмах с глубинами 2,8-4,0 м и более, при разных природно-экологических условиях водной среды. Причем пользователям озер региона в большей мере следует ориентироваться на выращивание более крупной рыбы методом двухлетнего и многолетнего нагула по пастбищной технологии, на что указали авторы новой весьма объективной публикации Д.И. Наумкина, А.А. Ростовцев, А.Л. Абрамов [20].

В регионе Зауралья, для успешной реализации процесса массового освоения озёрного фонда и интенсификации товарного пастбищного

рыбоводства, необходимо обеспечить все имеющиеся рыбоводные предприятия и фермерские хозяйства жизнестойким рыбопосадочным материалом, производимым (выращиваемым) в непосредственной близости с нагульными пастбищными хозяйствами каждого субъекта РФ. Главное в прогрессе пастбищного рыбоводства – это полное и эффективное использование самовозобновляемой кормовой базы озёр, формирование ихтиомассы выращиваемых рыб. Для этого следует в полной мере внедрять (использовать) различные приёмы рыбохозяйственной мелиорации, способствующие интенсификации этого процесса.

В частности, масштабному внедрению детритофагов и растительноядных рыб в повседневную практику отечественного товарного пастбищного рыбоводства способствуют исследования экологов-гидробиологов, обосновывающих перспективные технологии использования продукции макрофитов, фитопланктона, детритной взвеси илов на формирование пищевой рыбы и снижение их биомассы в водоёмах [21-25]. Районированная поликультура рыб позволяет существенно повысить результаты их выращивания по прогрессивной пастбищной технологии и уменьшить влияние фактора снижения кислорода в воде рыбохозяйственных водоёмов. Этой теме посвящены исследования Б.В. Веригина [26], Г.Г. Винберга [27] и других специалистов. Они особо обращали внимание рыбохозяйственников на необходимость обогащения ихтиофауны местных водоёмов за счёт рыб-фитофагов. Причём, культивирование белого толстолобика в районированном комплексе озерной поликультуры рыб из 4-5 объектов выращивания, позволит утилизировать избыточную биомассу фитопланктона и ускорять оборот биогенов в экосистеме водоёма на основе рециклинга [28-30], и в итоге – увеличивать рыбопродуктивность озёр, повышая экономические результаты рыбоводного труда [20].

Такой подход к масштабной практике пастбищного озерного рыбоводства в ряде регионов России объективно соответствует устойчивому развитию аграрного производства в комплексном гидробиоценозе [31], в соответствии закономерностей гидробиоценоза [32-34]. А это кластерный подход, поддерживаемый экономической наукой страны [35], способный повысить результативность рыбного хозяйства на внутренних водоёмах.

Полноценная поликультура в пастбищном озерном рыбоводстве приблизит российское рыбоводство к стилю интенсивного рыбоводства современного Китая, где поликультура – обязательная технология, поддерживаемая не только учеными, практиками-рыбоводами, но и всем административно-управленческим регламентом государства и его основным рабочим звеном – муниципалитетами [36-37].

Изданный Минсельхозом РФ Приказ от 15 марта 2017 г. № 124 «Об утверждении Методики определения минимального объема объектов

аквакультуры, подлежащих разведению и (или) содержанию, выращиванию, а также выпуску в водный объект и изъятию из водного объекта в границах рыбоводного участка» предусматривает дифференцированный региональный подход к осуществлению аквакультуры на местных водоёмах, обозначив среднегодовой выход (улов) объектов выращивания, в пределах Зауралья, в количестве 25-30 кг/га в год. Это совершенно объективная величина для начинающих пользователей рыбоводных участков региона, учитывающая реально существующие показатели развития естественной кормовой базы местных водоёмов с напряженной экологической обстановкой (дефицит кислорода в воде; повышенная и высокая минерализация воды; мелководность). Однако этим Приказом не предусмотрено выращивание рыбы (ведение аквакультуры) в гипергалинных озерах Зауралья, как это учтено для условий Астраханской области и Республики Калмыкия.

Современная практика товарного рыбоводства в 2010-2020 гг. объективно показала, что игнорирование естественных природных климатических факторов, характерных для примерно 50% фонда озёр лесостепного Зауралья, имеющих солёную воду, чревато рядом отрицательных последствий:

- напрасной тратой дорогого рыбопосадочного материала (личинки, мальки и др. молодь) вселяемых рыб в мелководные озера заморного типа с высокоминерализованной водой, приводящее к быстрой либо медленной гибели вселенцев;

- нанесением экономического ущерба пользователям экстремальных озёр, которые лишь периодически бывают пригодными для рыбоводного процесса по причине динамики климатических условий, повышающих либо снижающих уровень озёр и минерализацию их воды, в которые вселили молодь ценной рыбы на нагул;

- возникновением недоверия у предпринимателей и предприятий рыбоводного процесса к деятельности Государственных регламентирующих и контролирующих органов и служб вопросы рыбного хозяйства на внутренних водоёмах РФ;

- реальным уходом от объективно необходимых мелиоративных мероприятий методами гидротехнического обводнения, за счёт аккумуляции весеннего паводка на водосборной площади, примыкающей к озеру, как это удачно выполнено на озерах ЗАО «Казанская рыба». Проведение «ландшафтной мелиорации» реально и на долгое время способствует повышению рыбопродуктивности местных водоёмов и «производству» пищевой экологически чистой «органической продукции», которая будет увеличивать баланс «продовольственной безопасности» региона Зауралья.

В настоящее время, основываясь на прогрессивной практике рыбоводных хозяйств Курганской и соседних с ней Тюменской и Челябинской областей Зауралья, в озерных хозяйствах, закрепленных за пользователями на 20-25 лет, надо внедрять технологические приёмы текущей быстро и эффективно действующей мелиорации,



Рисунок 1. Рыхлитель ила конструкции Сладковского рыбхоза. Длина остро отточенной грани агрегата 3 м

Figure 1. Silt ripper of Sladkovsky fish farm construction. The length of the sharpened face of the unit is 3 m

результаты проведения которой проявляются незамедлительно. К ним относятся следующие текущие мелиорации:

Аэрация озёр зимой для сохранения рыбы, не достигшей товарных кондиций, и способной на следующий вегетационный (нагульный) период сформировать дополнительную товарную ихтиомассу, как правило, в 2-3 раза превышающую величину нагула по однолетней технологии. Так работает современный озерный рыбхоз ЗАО «Казанская рыба», в котором, в специально подготовленных водоёмах, организовали выращивание необходимого количества жизнестойкого посадочного материала пеляди и других сиговых до возраста сеголетка средней массой 15-20 г/шт., обеспечивая его полноценную зимовку. Весной эту молодь развозят по нагульным озерам в количестве реальной обеспеченности кормовой базы конкретного водоёма и выращивают (получают) товарных двухлетков массой 250-400 г/шт. На такой технологической основе работают крупные рыбхозы: «Казанская рыба»,



Рисунок 2. Начало процесса рыхления донных отложений озера заморного типа

Figure 2. The beginning of the process of loosening the bottom sediments of the lake of the overseas type

«Сладковское рыбтоварное хозяйство», НПФ «Сибирская тема», «Рыбхоз «Балык» и другие.

Боронование донных отложений специальной техникой (рис. 1,2). Для рыхления (взмучивания) верхнего слоя донных отложений создано достаточно много вариантов технических устройств, позволяющих, на основе механического вовлечения азотно-фосфорных биогенов донных отложений, в период открытой воды (конец мая; конец июля-начало августа; начало сентября) в пределах срединной части (зоны) нагульного озера, свободной от зарослей жёстких макрофитов, производить взмучивание. Рыхление ила существенно – в 2-3 раза – повышает кормовую базу для рыб-зоопланктофагов и, соответственно, способствует увеличению общего прироста ихтиомассы товарной рыбы.

Мелиоративный эффект очевиден на примере озёр, превышающих акваторию 400-500 га и более, и имеющих значительные заросли тростника и других макрофитов.

Например, Сладковское товарное рыбноводческое хозяйство 7 лет назад приступило к механическому удалению жесткой растительности – тростника на озере Таволжан (рис. 3), что в итоге позволило существенно расчистить срединную зону озера, на кормовой базе которого происходит выращивание крупных товарных сеголетков пеляди и гибрида пелчира (рис. 4). В первые годы выращивали по 30-50 т, в 2016-2020 гг. производство сиговых достигло 200-300 т в год.

Мелиоративная расчистка тоневого участка, по правилам рыбопромыслового дела, которую проводят в период открытой воды, необходима на каждом озере. Расчистку тоневого участка, для беспрепятственного прохождения закидного невода, проводят как летом, так и зимой, применяя различную технику.

Высокоэффективным является биотехнический мелиоративный приём по созданию локальных участков (мест) с высокой концентрацией мелких кормовых организмов, доступных личинкам и малькам рыб по размерам, перед их вселением в нагульные пруды и нагульные озера (не являющимися питьевыми водоёмами для населения). Эта технология создана и давно применяется в рыбхозах интенсивного типа, а также на ряде водоёмов НПФ «Сибирская тема» и других хозяйствах [38; 39].

Суть этой технологии в следующем. Тюки агросоломы в количестве 40-50 шт. и более размещают компактно вдоль кромки зарослей тростника, с их внутренней стороны, к центру озера. Глубина озера в зоне размещения тюков агросоломы должна быть на 15-20 см меньше высоты тюка. Вершины, размещаемых на поверхности льда (март), тюков при его таянии и погружении на дно водоёма в апреле, должны оказаться над водой, поскольку верхняя и срединная части тюка заранее пропитываются органикой. При погружении на дно озера его вершина, под воздействием солнца, прогревается и становится субстратом формирования «сенного настоя», с размножающимися положительными бактериями,

которыми, в свою очередь, питаются инфузории-парамеции, населяющие все континентальные водоёмы и являющиеся обязательным (необходимым) кормом для мелких форм зоопланктона, поедаемым личиками вселяемых сиговых рыб. Это неоднократно подчёркивалось в работах гидробиологов [21-35]. Следовательно, вселять личинки пеляди и других сиговых рыб следует в местах расположения тюков соломы, заряжённых различным органическим субстратом. А сам процесс зарыбления озера должен происходить не позднее 5-6 дней после погружения соломенного субстрата (тюков) сквозь лёд на грунт (дно) водоёма.

Вскоре вся внесённая масса агросоломы разлагается полезными микробными редуцентами. Следовательно, эта удобрительная технология повторяет естественные процессы, постоянно происходящие в водоёмах, но в более концентрированной (интенсивной) форме на небольшом участке озера, и совершенно не создаёт негативных последствий в рыбохозяйственном водоёме

ВСЕЛЕНИЕ РАЧКА ГАММАРУСА

Эффективным биомелиоративным приёмом повышения кормности озёр и увеличения их рыбопродуктивности являются пересадки – вселение рачка гаммаруса *Gammarus lacustris*, обитающего во многих озерах Зауралья, но снизившего свою численность в процессе выращивания сиговых и других рыб.

Эта технология в Западной Сибири и Зауралье применяется с 50-х годов прошлого столетия, она запатентована Омскими специалистами [40]. Практика пользователей рыбоводных участков в пределах Курганской, Челябинской, Тюменской, Омской и других областей РФ, использующих научно-технологические разработки по укреплению кормовой базы нагульных водоёмов методом вселения рачка-бокоплава (гаммаруса), повсеместно даёт положительные результаты и рекомендована в качестве биологической мелиорации [41; 42].

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РЫБОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ТОВАРНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ НАГУЛЬНЫХ ОЗЕР – РЫБОВОДНЫХ УЧАСТКОВ

Зарыбление весной озёр, предназначенных для рыбоводного процесса, поликультурой сиговых рыб: пелядь речная и озёрная; гибридов: пелчир, пелмук, пелнел. Процесс осуществляется личинками сиговых рыб в возрасте 3-5 сут. в количестве от 2 до 5-6 тыс. шт./га (в зависимости от кормности озера по зоопланктону).

Проведение рыхления иловых отложений сапропелевого типа в конце мая-начале июня и повторное рыхление в конце июля-августе повышает общую биомассу и продукцию зоопланктона в 2-2,5 раза, что стимулирует увеличение плотности посадки личинок сиговых рыб весной. Вместо нормативных 2-3 тыс. шт./га можно вселять до 5-6 тыс. шт./га. Кроме того, Институт



Рисунок 3. Озеро Таволжан, срединная зона которого расчищена от зарослей тростника мелиоративной техникой за 7 лет (начиная с 2013 г.)

Figure 3. Lake Tavalzhan, the middle zone of which was cleared of reed beds by reclamation equipment for 7 years (starting from 2013)



Рисунок 4. Товарные сеголетки пеляди и пелчира из неводного улова на озере Таволжан (октябрь 2020 г.)

Figure 4. Commodity fingerlings Peled and pacira of non-aqueous catch on the lake Tavalzhan (October 2020)

Госрыбцентр (Тюменский филиал ВНИРО) разработал технологию раннего выклева личинок сиговых рыб (в конце марта) и подращивания личинок в цехе с применением живых и искусственных кормов.

Таким образом, к моменту вселения в нагульные озера в конце апреля либо начале мая личинки в возрасте 1-1,5 месяцев с большей массой тела, интенсивнее начинают расти в естественных природных условиях, при наличии доступной по размерам кормовой базы зоопланктонных организмов, и достигают к середине сентября,



Рисунок 5. Производители пеляди на оз. Большой Куртал СТРХ для пересадки в бассейны рыбоводного цеха

Figure 5. Manufacturers Peled on the lake. Large Kurtal STRX for transfer to fish hatchery pools



Рисунок 6. Муксун из формируемого маточного стада в садковом хозяйстве на озере Большой Теренкуль (август 2020 г.)

Figure 6. Muksun from the formed brood herd in a cage farm on Lake Bolshoy Terenkul (August, 2020)

как правило, массы более 150 г/шт. Плотность посадки подращенных личинок сиговых рыб, по сравнению с неподращенными, сокращается на 25-40%, поскольку показатель жизнестойкости у них выше.

При наличии озер, позволяющих применять двухлетний нагул сиговых рыб (со средними глубинами 2,7-2,8 м и более), он осуществляется с помощью аэрационной техники. Следователь-

но, в озерах с оптимальными глубинами и минерализацией хлоридно-натриевой воды в течение всего зимнего периода не выше 2-2,5 г/дм³, может быть реализована технология выращивания товарных двухлетков сиговых рыб. Данная технология применяется: в случае достижения небольшой (не товарной) навески (массы) сиговых (40-60 г/шт.), либо, наоборот, в случае планирования производственного результата получения двухлетних товарных сиговых массой 350-400 г/шт.

По технологии выращивания товарных двухлетков работают в озерном рыбхозе ЗАО «Казанская рыба», где в специально подготовленном «выростном» озере (с глубиной 3,0-3,5 м) происходит выращивание необходимого количества жизнестойкого посадочного материала пеляди и других сиговых до возраста осеннего сеголетка массой 15-20 г/шт., затем обеспечивая его полноценную зимовку на основе применения качественно выполняемой аэрации воды в течение всей зимы. Весной молодь сиговых рыб в возрасте годовика оперативно отлавливают мелкочетным неводом и развозят по нагульным озерам в количестве (250-400 шт./га), на основе знаний о реальном статусе кормовой базы конкретного водоёма, и по технологии однолетнего нагула выращивают (получают) товарных двухлетков массой 250-450 г/шт.

Особо важной является работа рыбоводных предприятий по созданию воспроизводственных комплексов для обеспечения имеющихся нагульных площадей качественным рыбопосадочным материалом. Рыбхозы Зауралья – «СТРХ», «Казанская рыба», «Сибирская тема», «Челябрыбхоз» целенаправленно проводят работу по формированию маточных стад сиговых рыб, карпа и других рыб. Наличие «своего», не приобретённого на «стороне» рыбопосадочного материала, повышает качество работы по пастбищному выращиванию товарной рыбы и удешевляет её производство (рис. 5, 6).

«Экологически чистая» рыба – пелядь, серебряный карась, карп, соответствующая качеству органической биопродукции, предприятия Зауралья реализуют в своём регионе и в Центральной России (рис. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мониторинг текущей изменчивости эколого-рыбхозхозяйственных условий озер лесостепной зоны Зауралья, особенно в условиях тенденции повышения температур воздуха и, соответственно, воды всех рыбоводных водоёмов, предопределяет необходимость своевременного расширения комплексов пастбищной поликультуры, за счёт растительноядных рыб – белого амура и белого толстолобика, а также потребителя ила – пиленгаса. Следовательно, оперативной задачей зональной рыбхозхозяйственной науки является разработка модернизированных технологий выращивания товарной рыбы в озерах Урала и Западной Сибири, сопровождаемых проведением комплекса ландшафтных мелиораций.

Прогресс российского товарного рыбоводства может быть ускорен за счет эффективного ис-

пользования многочисленных озёр Западносибирской равнины на основе внедрения комплексной технической и биологической мелиорации.

Причём, озеро, как природный объект со сложными динамическими абиотическими и биотическими процессами, расположенный на определенном участке физико-географического ландшафта, следует воспринимать единым образованием, что обязывает пользователя водоёма, занимающегося выращиванием товарной рыбы, знать и учитывать в практической деятельности лимнологические и биолого-продукционные процессы.

Величина общего улова рыбы (2018-2019 гг.) составляет:

- ЗАО «Казанская рыба» на акватории 5,4 тыс. га озёр, ранее обустроенных водорегуляторами, 1000-1100 т, или в среднем 190-210 кг/га в год;

- «Сладковское товарное рыбоводческое хозяйство»: а) на интенсивно осваиваемой акватории 8700 га средняя рыбопродуктивность – 135-140 кг/га, б) с учетом акватории 8300 га, на двух сильно заросших тростником озерах, в которых рыбопродуктивность в среднем равна 75 кг/га в год, а всего на 17,0 тыс. га озёр ежегодно производят 1200-1300 тонн.

Показатель производительности труда по количеству улова товарной рыбы на одного средне-статистического работающего полный год составляет:

- в ЗАО «Казанская рыба» – 14-16 т, в «Сладковском товарном рыбоводческом хозяйстве» – 11-13 тонн.

Близко к выше названным показателям среднегодовой рыбопродуктивности и производительности труда приближаются в рыбоводческих хозяйствах «СибТема» и «Рыбозавод Балык». При этом важно отметить, что перечисленные рыбоводческие хозяйства в регионе Зауралья являются крупными, показывающими всем другим современным пользователям перспективу прогресса на «голубой ниве». У большинства пользователей «рыбоводных участков» Зауралья, имеющих небольшие акватории типичных для региона водоёмов, интегральные показатели уловов и рыбопродуктивности пока значительно ниже.

Таким образом, примерно в одинаковых природно-экологических условиях ландшафта лесостепной зоны западносибирской равнины, производство товарной рыбы дифференцируется на основе совокупности показателей зонального рыбоводческого бонитета, а также от объёма и качества мелиоративных и рыбоводных работ.

Наш анализ сложившейся ситуации в пастбищном озерном рыбоводстве Зауралья ориентирован на увеличение количества эффективно работающих озерных рыбхозов, за счёт ввода новых предприятий и модернизации действующих, а это позволит:

- в пределах Тюменской области:

- а) реально создать и ввести в эксплуатацию Большеуветский полносистемный рыбхоз на

базе 20 тыс. га нагульных озёр, что при внедрении районированного комплекса поликультуры позволит ежегодно выращивать 1,5-1,7 тыс. т товарной рыбы;

- б) создать Армизонский рыбхоз на базе оз. Чёрное и прилегающих к нему водоёмов с общей акваторией более 25 тыс. га, что позволит выращивать ежегодно 1,8-2,0 тыс. т товарной рыбы;

- в) модернизировать действующие в «СТРХ» и «Казанской рыбе» рыбоводческие малой мощности на озерах Большой Куртал, Большой Гляден, Сладкое и Яровское, с целью полного обеспечения жизнестойким рыбопосадочным материалом имеющихся в рыбхозах нагульных площадей, обеспечит достижение ежегодных уловов до 1,9-2,2 тыс. т в каждом рыбхозе.



Рисунок 7. Серебряный карась перед погрузкой в контейнеры живорыбного автотранспорта, который за 1,5 суток доставляет живую рыбу до спецбазы Подмоскovie

Figure 7. Silver carp before loading into containers of live fish vehicles, which in 1.5 days delivers live fish to the special base of the Moscow region

- в Курганской области:

- а) создать воспроизводственный центр растительноядных рыб Нижнеобьрыбвода на базе оз. Орлово – водоёма-охладителя Курганской ТЭЦ, что позволит многим нагульным хозяйствам пастбищного типа увеличить уловы товарной рыбы;

- б) модернизировать Курганский рыбокомбинат за счёт создания прудово-бассейнового воспроизводственного центра на базе оз. Щучье, что позволит увеличить производство товарной рыбы на 2,0 тыс. т ежегодно;

- в Челябинской области:

- а) создать на базе озера Треустан прудово-бассейновый воспроизводственный комплекс, который позволит обеспечить прирост ежегодного улова (производства) товарной рыбы на 1,5-2,0 тыс. т;

- б) создать на базе Аргазинского водохранилища прудово-бассейновый воспроизводственный

комплекс, что позволит обеспечить прирост ежегодного улова (производства) товарной рыбы на 2,5-3,0 тыс. т, за счёт зарыбления многочисленных озёр с качественным эколого-рыбохозяйственным режимом Челябинской области;

- в Омской области:

- необходимо создание прудово-бассейнового воспроизводственного комплекса растительноядных рыб и карпа на берегу оз. Салтаим-Тенис с акваторией 20 тыс. га, что позволит увеличить производство товарной рыбы пастбищным методом на 2,0-2,5 тыс. т в год. Вселение и выращивание комплекса поликультуры в озере с преобладанием карпа и белого амура позволит эффективно использовать биопродукционный процесс, протекающий в озере по макрофитному пути, препятствующему миграции детритной массы в толщу воды, из-за произрастания мощного придонного слоя мягкой водной растительности. Эти рекомендации изложены в работах [43-46].

Аналогичные рыбохозяйственные работы по внедрению эффективных мелиоративных и рыбоводных технологий следует проводить и в прилегающих к Зауралью регионам.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Мухачев И.С. Рыбоводство меняет структуру промысла // Рыбное хозяйство. – 1965. – № 12. – С.14-16.
1. Mukhachev I.S. Fish farming changes the structure of fishing. – 1965. – No. 12. – P. 14-16.
2. Мухачев И.С. О принципах подбора комплексов рыб для выращивания в озерах разных ландшафтных зон // Труды Уральского. Отд. СибрыбНИИпроект. – 1975. – Т. 9. – С. 103-107.
2. Mukhachev I.S. On the principles of selection of fish complexes for cultivation in lakes of different landscape zones // Trudy Uralsk. Ed. SibrybNIIProekt. – 1975. – Vol. 9. – P. 103-107.
3. Мухачев И.С. Озерное рыбоводство. М.: ВО «Агропромиздат». – 1989. – С.1-161.
3. Mukhachev I.S. Ozerное rybovodstvo. M.: VO "Agropromizdat". – 1989. – P. 1-161.
4. Мухачев И.С. Озерное товарное рыбоводство. СПб: Изд-во «Лань». – 2013. – С. 1-400.
4. Mukhachev I.S. Ozerное commodity fish farming. St. Petersburg: Publishing House "Lan". – 2013. – P. 1-400.
5. Мухачев И.С. Повышение рыбопродуктивности – тенденция развития озерного рыбоводства Зауралья // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 6. – С.79-82.
5. Mukhachev I.S. fish productivity is a tendency of the lake fisheries Urals // fisheries. – 2014. – No. 6. – P. 79-82.
6. Muchachev I.S. Ecological and Fisheries monitoring of akes fish farming in the forest-steppe Trans-Urals // International Conference Progress Management and Scientific Developments. / Birminfham United Kingdom, December, 19, 2019 – Part 2. – pp. 148-155.
6. Muchachev I.S. Ecological and Fisheries monitoring akes of fish farming in the forest-steppe Trans-Urals // International Conference Progress Management and Scientific Developments. /Birminfham United Kingdom, December, 19, 2019 – Part 2. –148-155 p.
7. Кучин И.В. Памятка рыбовода. М.-Л.: Сельхозгиз. – 1931. – 152 с.
7. Kuchin, I.V. Memo fish breeder. Moscow-Leningrad: Selkhozgiz. – 1931. – 152
8. Подлесный А.В. Акклиматизация рыб на Урале и её результаты // Труды Уральского. Отд.ВНИОРХ. – 1939. – Т.1. – С. 86-141.
8. Podlesny A.V. Acclimatization of fish in the Urals and its results. VNIORKH Publishing House. – 1939. – Vol. 1. –86-141 p.
9. Тиронов М.Д. О работах ВНИОРХ по акклиматизации рыб в озерах Урала // Известия ВНИОРХ. 1957. – Т. 39. – С. 3-9.
9. Tironov M.D. On the works of VNIORKH on the acclimatization of fish in the lakes of the Urals // News UNIORG. 1957. – Vol. 39. – p. 3-9.
10. Козьмин Ю.А. Тридцать лет Уральского отделения ГОСНИОРХ //Труды Уральского. Отд. ГосНИОРХ. – 1964. – Том 6. – С. 3-11.
10. Kozmin Yu.A. Thirty years of the Ural branch of GOSNIORH // Proceedings of The Oral. Otd. GosNIORH. – 1964. – Volume 6. – p. 3-11.
11. Бурдиян Б.Г. Выращивание товарной рыбы в озерах (опыт Казанского опытно-показательного озерного рыбхоза). / Б.Г. Бурдиян, И.С. Мухачев – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 63 с.
11. Burdiyan B.G. Growing commercial fish in lakes (the experience of the Kazan experimental and demonstration lake fish farm). / B.G. Burdiyan, I.S. Mukhachev-M.: Food industry, 1975. – P. 63
12. Мухачев И.С. Опыт товарного рыбоводства в озерах Тюменской и соседних областей. / И.С. Мухачев, Б.Г. Бурдиян, Л.В. Кугаевская – М.: Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ, серия/ Рыбохоз. Исп. внутр. водоёмов, 1977. – Вып. 3. – 100 с.
12. Mukhachev I.S. Experience of commercial fish farming in the lakes of the Tyumen and neighboring regions. / I.S. Mukhachev, B.G. Burdiyan, L.V. Kugaevskaya – M.: Overview of TSNITEIRH, series // Rybokhoz. Isp.ext. reservoirs, 1977. – Issue 3. – P.100
13. Шнитников А.В. Внутривековые колебания уровня степных озёр Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от колебаний климата // Труды Лаборатории озероведения АН СССР. М.-Л. – 1950. – Т.1. – С.28-129.
13. Shnitnikov A.V. Interdecadal fluctuations in the level steppe lakes of Western Siberia and Northern Kazakhstan and their dependence on climatic variations // proceedings of the Lab ozerovedeniya of the USSR. M.-L. – 1950. – Vol. 1. – P. 28-129.
14. Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажнённости. Л.: Наука, 1968. –246 с.
14. Shnitnikov A.V. Interdecadal variability of the components of the total moisture. L.: Nauka, 1968. – 246 p.
15. Ядренкина Е.Н. Структурно-функциональная организация рыбного населения в заморных озерах Западной Сибири: Дисс. докт. биол. наук. – Томск. – 2011. – 418 с.
15. Yadrenkina E.N. Structural and functional organization of the fish population in the overseas lakes of Western Siberia: Diss. doctor. Biol. Sciences. – Tomsk. – 2011 – 418 p.
16. Березовский А. И. Мелиорация в рыбном хозяйстве. М.-Л.: ВКОИ, 1935. – 76 с.
16. Berezovsky A.I. Melioration in the fisheries. M.-L.: VKOI, 1935 – 76 p.
17. Черфас Б.И. Основы рационального озерного хозяйства. М.-Л.: КОИЗ, 1934. – 109 с.
17. Cherfas B.I. Fundamentals of rational lake management. M.-L.: KOIZ, 1934 – 109 p.
18. Черфас Б.И. Рыбоводство в естественных водоёмах. – М.: Пищепромиздат, 1956. – 468 с.
18. Cherfas B.I. Fish farming in natural reservoirs. – M.: Pishchepromizdat, 1956. – 468 p.
19. Пирожников П.Л. Исследование и использование водоёмов Сибири. – М.-Л.: Изд-во «Советская Азия», 1932. – 175 с.
19. Pirozhnikov P.L. Research and use of reservoirs of Siberia. – M.-L.: Publishing house "Soviet Asia", 1932. – 175 p.
20. Наумкина Д.И. Цифровая гетерогенная динамическая модель выращивания пеляди Coregonus peled. / Д.И. Наумкина, А.А. Ростовцев, А.Л. Абрамов // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 5. – С.80-85.
20. Naumkina D.I. Digital heterogeneous dynamic model of growing peled Coregonus peled. / D.I. Naumkina, A.A. Rostovtsev, A.L. Abramov // Fish farming. – 2020. – No. 5. – p. 80-85.
21. Багров А.М. Руководство по биотехнике разведения и выращивания дальневосточных растительноядных рыб. / А.М. Багров, А.К. Богерук, Б.В. Веригин. – М.: ВНИИПРХ-«ИП Комплекс». – 2000. – 211 с.
21. Bagrov A.M., Bogeruk A.K., Verigin B.V. Guide to biotechnics of breeding and cultivation of Far Eastern herbivorous fish. – "IP Complex". – 2000. – 211 p.
22. Авиновский В.А. Влияние рыб-сестонофагов (белого и пестрого толстолобиков) на экосистемы водоёмов // Рыбное хозяйство. Серия Аквакультура. ЦНИТЭРХ. – М, 1991. – вып. 5. – С.2-49.
22. Avinsky V.A. Influence of sestonophagous fish (white and variegated silver carp) on the ecosystems of water bodies. Aquaculture series. CNETER. – M, 1991. – issue 5. – P. 2-49.
23. Левич А.П. Оптимизация кормовых фитопланктонных сообществ. / А.П. Левич, Н.Г. Булгаков, Д.Г. Замолотчиков – М.: КМК Лтд., 1996. – 137 с.
23. Levich A.P. Optimization of feed phytoplankton communities. / A.P. Levich, N.G. Bulgakov, D.G. Zamolodchikov – M.: KMK Ltd., 1996. – 137 p.
24. Матишов Г.Г. Практика аквакультуры судака, пиленгаса, щуки Азовского моря. / Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, М.В.

- Коваленко, Д.С. Тажбаева – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. – С.1-80.
24. Matishov G.G., the Practice of aquaculture of pike-perch, haarder, Azov pike sea. / G.G. Matishov, E.N. Ponomarev, M.V. Kovalenko, D.S. Tarbaeva – Rostov-on-don: Publishing house of the SSC RAS, 2017. – P. 1-80.
25. Дубов В.Е. Пиленгас – перспективный объект фермерского рыбководства в водоёмах с высокой солёностью. – Тезисы докл. Международной конференции (г. Азов, июнь 2006 г.) «Состояние и перспективы развития фермерского рыбководства аридной зоны. – Ростов-на-Дону. Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. – С.42-44.
25. Oaks V.E. Pilenagas is a promising object of aquaculture farming in reservoirs with high salinity. – Theses of dokl. International Conference (Azov, June 2006) " The state and prospects of development of farm fish farming in the arid zone. – Rostov-on-Don. UNC RAS Publishing House, 2006. – P. 42-44.
26. Вергигин Б.В. Общая схема развития принципов рыбохозяйственной интенсификации и планирование исследований // Вопросы ихтиологии. 1973. – Том 13, вып.3 (80). – С.395-407.
26. Verhagen B.V. General scheme of development of the principles of fisheries management intensification and research planning // Questions of ichthyology. 1973. – Volume 13, issue 3 (80). – p. 395-407.
27. Винберг Г.Г. Цели и задачи гидробиологии пресных вод при комплексном использовании водных ресурсов. // Водные ресурсы. – 1972. – № 3. – С.76-102.
27. Vinberg G.G. Goals and objectives of freshwater hydrobiology in the integrated use of water resources. // Water resources. – 1972. – No. 3. – P. 76-102.
28. Копылов А.И. Микробная «петля» в планктонных сообществах морских и пресноводных систем. / А.И. Копылов, Д.Б. Косолапов – Ижевск: КнигоГрад, 2011. – С.1-332.
28. Kopylov A.I. Microbial "loop" in planktonic communities of marine and freshwater systems. / A.I. Kopylov, D.B. Kosolapov – Izhevsk: KnigoGrad, 2011. – P. 1-332.
29. Садчиков А.П. Продукция нано- и сетного фитопланктона в трёх разных по трофности водоёмах / А.П. Садчиков, О.В. Козлов // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т.29 № 1. – С.3-9.
29. Sadchikov A.P. Products nanno - and local phytoplankton in the three different trophicity reservoirs / A.P. Sadchikov, A.V. Kozlov // Hydrobiological journal. – 1993. – Vol. 29 No. 1. – P. 3-9.
30. Садчиков А.П. Утилизация растворенного органического вещества микроорганизмами: формирование качества воды в высокотрофном пруду / А.П. Садчиков, С.А. Остроумов // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 5. – С.25-29.
30. Sadchikov A.P. Utilization of dissolved organic matter by microorganisms: the formation of water quality in the pond viacatarina / A.P. Sadchikov, S.A. Ostroumov // Fisheries. – 2020. – No. 5. – P. 25-29.
31. Маркин Б.М. Сестайнинг агросистем: история, концепция, конструктивный подход. / Б.М. Маркин, Ф.Х. Хазиев – Уфа: Башкирский НЦУРО РАН, 1992. – С.1-36.
31. Markin B.M. Sustaining agricultural systems: history, concept, constructive approach. / B.M. Markin, F.H. Khaziev – Ufa: Bashkir Ncura Russian Academy of Sciences, 1992. – P. 1-36.
32. Бурмакин Е.В. Об исследованиях рыбохозяйственного преобразования озер химическим методом. // Л.: Известия ГосНИОРХ, 1967. – Т.64. – С. 5-18.
32. Burmakin E.V. On studies of the fisheries transformation of lakes by the chemical method. // HP: Proceedings of GosNIORKh, 1967. – Vol. 64. – P. 5-18.
33. Козлов В.И. Агрогидробиоценозы: терминология, теория, методология, освоение в производстве // Рыбохозяйственное освоение водоёмов комплексного назначения. – М.: ВНИИР. – 1990. – С.4-40.
33. Kozlov V.I. Agromicrobiology: terminology, theory, methodology, implementation in production // Fishery development of reservoirs for multiple uses. – M.: VNIIR. – 1990. – P. 4-40.
34. Серветник Г.Е. Пути освоения сельскохозяйственных водоёмов. – М.: ВНИИР, 2004. – С.1-130.
34. Servetnik G.E. The development of agricultural reservoirs. – Moscow: Institute of General genetics, 2004. – P. 1-130.
35. Львов Ю.Б. Кластерное рыбководство как способ повышения интенсивности производства рыбной продукции // Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство. – 1915. – № 4. – С.109-120.
35. Lviv Yu.B. Cluster fish farming as a way to increase the intensity of fish production // Bulletin of the AGTU. Fish Farming series. – 1915. – No. 4. – P. 109-120.
36. Чжао Чжиюань. Будущее Китая – современное экологическое рыбководство // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного Центра Российской академии наук. – Всероссийская научная конф. «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017 – С. 380-384.
36. Zhao Zhiyuan. The future of China – modern ecological fish farming // Materials of scientific events dedicated to the 15th anniversary of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - All-Russian Scientific Conference " Aquaculture: world experience and Russian developments. Rostov-On-Don: UNC RAS Publishing House, 2017 – P. 380-384.
37. Козлов В.И. Анализ современных технологий в аквакультуре: отечественные разработки и опыт Китая / В.И. Козлов, А.В. Козлов // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 1. – С.73-76.
37. Kozlov, V.I., Analysis of modern technologies in aquaculture: domestic developments and the experience of China / V.I. Kozlov, A.V. Kozlov // Fisheries. – 2018. – No. 1. – P. 73-76.
38. Европейцева Н.В. Опыт выращивания молоди сигов, форели и лосося в прудах Кексгольмского рыбоводного завода. / Н.В. Европейцева, М.М. Исакова-Кео // Труды лаборатории рыбководства. Л.: ЛГУ, 1949. – Т.2. – С.208-228.
38. Evropeitsev N.In. The experience of growing juvenile whitefish, trout and salmon ponds Kexholm hatchery. / N.In. Evropeitsev, M.M. Isakov-Kaew // Publications of the laboratory of fish farming. Leningrad: Leningrad state University, 1949. – T. 2. – P. 208-228.
39. Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. – М.: Пищевая промышленность. – 1980. – С.1-168.
39. Bogatov I. B. Fish Hydrobiology. – M.: Food industry. – 1980. – P. 1-168.
40. Федюшин А.В. Возможность использования водных беспозвоночных в качестве кормовых средств в животноводстве // Вопросы рыбного хозяйства Западной Сибири: Тезисы докладов. – Омск, 1959 – С.61-68.
40. Fedyushin A.V. The possibility of using aquatic invertebrates as fodder in animal husbandry // Issues of fisheries in Western Siberia: Abstracts of reports. – Omsk, 1959 – P. 61-68.
41. Руденко Г.П. Справочник по озерному и садковому рыбководству – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1983. – С.1-312.
41. Rudenko G.P. Handbook of lake and garden fish farming - M.: Light and food industry. – 1983. – P. 1-312.
42. Козлов О.В. Ракообразные экосистем малых озер в условиях антропогенной нагрузки (на примере водоёмов Ишимской равнины): Диссертация докт. биол. наук. – М.: МГУ. 2005. – С.1-314.
42. Kozlov O.V. Crustaceans of ecosystems of small lakes in the conditions of anthropogenic load (on the example of reservoirs of the Ishim plain): Dissertation doct. biol. nauk. – M.: MSU. 2005. – P. 1-314.
43. Шеренкова И.П. Озера Крутинской системы Омской области как база для организации высокопродуктивного рыбного хозяйства / И.П. Шеренкова, А.А. Чернухо // Озерное и прудовое хозяйство в Сибири и на Урале. – Тюмень: СибНИИРХ, 1967. – С. 133-140.
43. Sherenkova I.P. Lakes of the Krutinskaya system of the Omsk region as a base for the organization of highly productive fisheries / I.P. Sherenkova, A.A. Chernukho // Lake and pond economy in Siberia and the Urals. – Tyumen: Sibniirkh, 1967. – P. 133-140.
44. Мухачев И.С. Разработка биологического обоснования повышения рыбопродуктивности озер Ик и Салтаим-Тенис/ И.С. Мухачев, И.А. Пивнев, В.П. Рыбкин – Отчёт СибНИИРХ. – Тюмень: СибНИИРХ, 1974. – С. 1-116.
44. Mukhachev I.S. Development of a biological justification for increasing the fish productivity of the lakes Ik and Saltaim-Tenis/ I.S. Mukhachev, I.A. Pivnev, V.P. Rybkin-Sibniirkh Report. – Tyumen: Sibniirkh, 1974. – p. 1-116.
45. Рыбкин В.П. Кормовая база озер Ик и Салтаим-Тенис и её использование рыбами // Тезисы докладов к научно-практической Конференции СибрыбНИИпрект по развитию Тюменского рыбохозяйственного комплекса. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 1975. – С.102-103.
45. Rybkin V.P. Forage base of the lakes Ik and Saltayim-Tenis and its use by fish // Abstracts of reports for the scientific and practical Conference SibrybNIIPrekt on the development of the Tyumen fisheries complex. – Tyumen: SibrybNIIProekt, 1975. – P. 102-103.
46. Мухачев И.С. Обоснование индустриальной пастбищной технологии выращивания товарной рыбы на эколого-продукционном потенциале озера Салтаим-Тенис // Международная научно-практическая конференция «Экологические чтения-2018». Часть 2. – Омск, – С.211-214.].
46. Mukhachev I.S. Substantiation of industrial pasture technology for growing commercial fish on the ecological and productive potential of Lake Saltaim-Tenis // International scientific and practical conference "Ecological Readings-2018". Omsk. – Part 2. – P. 211-214.].

Ключевые слова:

криоконсервация, криопротектор, криоконсервированная сперма, лососевые рыбы, лососеобразные рыбы

Keywords:

cryopreservation, cryoprotectant, cryopreserved sperm, salmonids, salmoniformes

Криоконсервация спермы лососеобразных рыб: современное состояние и перспективы

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-70-81

Канд. хим. наук **О.Б. Докина** – ведущий научный сотрудник, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»); канд. биол. наук

А.А. Красильникова – старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»; канд. с/х наук, **К.В. Ковалев** – заведующий лабораторией криобиологии, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»);

Н.Д. Пронина – главный специалист, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)

@ olgadokina@mail.ru;
alexandra.kras@ya.ru;
silur5@mail.ru;
proninatasha@rambler.ru

CRYOPRESERVATION OF SALMONIFORMES SPERM: CURRENT STATUS AND PERSPECTIVES

PhD. Candidate of Chemical Sciences **O. B. Dokina** – Leading Researcher, Branch for Freshwater Fisheries of the FGBNU "VNIRO" ("VNIIPRH"); PhD. Candidate of Biological Sciences **A. A. Krasilnikova** – Senior Researcher, Federal Research Center Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, PhD. Candidate of Agricultural Sciences, **K. V. Kovalev** – Head of the Laboratory of Cryobiology, Branch for Freshwater Fisheries of the FGBNU "VNIRO" ("VNIIPRH"); **N. D. Pronina** – Chief Specialist, Branch for Freshwater Fisheries of FGBNU "VNIRO" ("VNIIPRH")
olgadokina@mail.ru; alexandra.kras@ya.ru; silur5@mail.ru; proninatasha@rambler.ru

Analysis of information from published sources was carried out with the aim of determining the most perspective tendencies and technological approaches in the field of research of salmoniformes sperm cryopreservation methods. Comparative evaluation of currently used methods, analysis of their effectiveness, and discussion of possibility of cryopreservation protocols standardization for the use in aquaculture are presented in this review.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях усиления антропогенного воздействия на водные биосистемы и интенсивного развития аквакультуры, все большую актуальность приобретает криоконсервация спермы рыб как метод сохранения и восстановления редких и исчезающих видов, поддержания генетического разнообразия естественных популяций и объектов рыбоводства.

В научной литературе по способам криоконсервации спермы лососеобразных рыб

накоплен большой объем фактических сведений, часто противоречивых и не воспроизводимых по результатам, что обусловлено биологической неоднородностью материала. Приводятся детальные описания осуществления и оценки каждого этапа процедуры, начиная со сбора и проверки качества эякулятов и заканчивая осеменением икры размороженной спермой с последующей оценкой выхода и качества потомства. Наиболее эффективные из разработанных технологий

криоконсервации обеспечивают выживаемость размороженных клеток и сохранение ими оплодотворяющей способности на уровне нативной спермы. Современные исследования касаются всех аспектов процесса, включая изучение криоповреждений клеток с использованием новейшего аналитического инструментария.

Проблемой криоконсервации спермы лососеобразных рыб занимались коллективы ученых во многих странах Европы (включая Россию и Украину), а также – в США, Канаде, Бразилии, Чили, Японии, Китае, Турции, Иране.

Большинство работ выполнено на радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) и атлантическом лососе (*Salmo salar*). Изучалась возможность глубокого замораживания спермы и других видов лососевых: кумжи (*Salmo trutta f. fario*, *Salmo trutta f. lacustris*, *Salmo trutta macrostigma*, *Salmo trutta m. trutta*, *Salmo trutta caspius*) [28; 29; 50; 54; 55; 66; 67; 75; 76; 82; 83; 92; 93; 97; 98; 101; 107; 116; 117; 121; 129; 140; 141; 150], мраморной форели (*Salmo marmoratus*) [74; 75], аризонской форели (*Oncorhynchus apache*) [45], арктического гольца (*Salvelinus alpinus*) [92; 93; 97; 101; 105; 106; 128; 129; 135; 136], американского гольца (*Salvelinus fontinalis*) [54; 55; 80; 82; 83; 92; 93; 95; 97; 101; 117; 121], дунайского лосося (европейского тайменя) (*Hucho hucho*) [63; 92; 100; 101; 119], чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) [7; 54], нерки (*Oncorhynchus nerka*) [5; 6], кеты (*Oncorhynchus keta*) [7], микижи (*Salmo mykiss*) [4], сахалинского тайменя (*Hucho perryi*) [87; 88], тайваньского лосося (*Oncorhynchus masou formosanus*) [69], симы (*Oncorhynchus masou masou*, *Oncorhynchus masou ishikawae*) [69; 123; 124; 157] и лососеобразных рыб: муксуна (*Coregonus muksun*) [131, 133], обыкновенного сига (*Coregonus lavaretus*) [41; 42; 49; 83; 92; 97; 98; 101; 118; 121; 130; 139], байкальского омуля (*Coregonus migratorius*) [10], европейского хариуса (*Thymallus thymallus*) [72-75; 92; 100; 101; 108; 119], щуки (*Esox lucius*) [18-20; 23; 36; 46; 49; 64; 99; 144; 159], белорыбицы (*Stenodus leucichthys*) [1; 8; 11].

В представленном аналитическом обзоре предпринята попытка систематизации обширного опубликованного материала с целью выявления наиболее перспективных тенденций и технологических подходов в области исследований способов криоконсервации спермы лососеобразных рыб.

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СПОСОБОВ КРИОКОНСЕРВАЦИИ СПЕРМЫ ЛОСОСЕОБРАЗНЫХ РЫБ

Более половины исследований, проведенных в XX в. по криоконсервации спермы рыб, было выполнено на лососеобразных рыбах, начиная от первых попыток замораживания, предпринятых в середине 60-х годов, что объясняется ценностью этих видов, как важнейших объектов аквакультуры, и необходимостью восстановления генетического разнообразия деградированных естественных популяций. Проведенный нами ра-

С целью выявления наиболее перспективных тенденций и технологических подходов в области исследований способов криоконсервации спермы лососеобразных рыб проведен анализ сведений из литературных источников. В представленном обзоре дана сравнительная оценка используемых в настоящее время методик, проанализирована их эффективность, обсуждена возможность стандартизации протоколов криоконсервации для применения в аквакультуре.

нее анализ опубликованных сведений выявил характерные особенности протоколов криоконсервации, установленные к середине 90-х годов [2].

Сперма, криозащитная среда и контейнеры, в которых осуществляется замораживание разбавленной средой спермы, должны охлаждаться перед использованием. Сперма после сбора должна храниться на холоде (4-5°C) тонким слоем во влажной атмосфере в незакрытой таре. При разбавлении спермы защитной средой, большинством исследователей принималось соотношение: 1 часть спермы к 3-4 частям разбавителя. При этом выяснилось, что для лососевых нет необходимости в эквilibрации полученной суспензии, требующейся, как первоначально считалось, для полного проникновения криопротектора в клетки.

Представленные протоколы различались, в первую очередь, составом использованных криозащитных сред, состоящих из разбавителя и криопротекторов. Первоначально испытываемые разбавители, по аналогии с разбавителями для спермы млекопитающих, были многокомпонентными, имитирующими солевой состав семенной плазмы, в которые включались буферы, сахара, протеины, липопротеины, антибиотики и другие соединения. Наиболее часто использовались в той или иной степени модифицируемые авторами среды на основе:

- разбавителя Моуниба (125 мМ сахарозы, 100 мМ KHCO_3 , 6,5 мМ восстановленного глутатиона) [22; 90; 102; 104; 113; 129];
- разбавителя Кортланда (на 1 л воды содержит 1,88 г NaCl ; 7,2 г KCl ; 0,41 г $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 0,23 г $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0,23 г $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1 г NaHCO_3 , 1 г глюкозы) [142];
- среда Штайна (на 1 л воды содержит 7,5 г NaCl ; 0,38 г KCl ; 2 г NaHCO_3 ; 0,53 г $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0,46 г $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0,23 г $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1 г глюкозы; 5 г глицина; 20% желтка куриного яйца, 10% диметилсульфоксида (ДМСО) [12; 46; 144];
- среда Штосса, Хольтца (101 мМ NaCl ; 23 мМ KCl ; 5,4 мМ CaCl_2 ; 1,3 мМ MgSO_4 ; 200 мМ трис; лимонная кислота до pH 8,0; 4 г/л бычьего сывороточного альбумина (BSA); 7,5 г/л соевого белка; 10% ДМСО) [133; 146-149];
- среда Эрдэла, Грэма (на 1 л воды содержит 0,105 г $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0,22 г $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 0,265 г Na_2HPO_4 ; 2,558 г KCl ; 5,841 г NaCl ; 0,1 г лимонной кислоты; 10 г глюкозы, 10 мл раствора (1,27

г/100 мл) КОН; 20 мл раствора (5,3 г/100 мл) бицина; pH 7.8; 7% ДМСО) [18; 54; 55].

Однако вскоре появились сообщения об успешном применении самых простых криозащитных сред: растворов глюкозы или сахарозы и ДМСО с добавлением желтка или без него [70; 71; 108; 129; 133; 145; 150].

В качестве проникающего криопротектора в работах этого периода чаще всего использовался ДМСО. Этиленгликоль и пропиленгликоль были малоэффективны [54], а защитное действие глицерина, необычное для спермы пресноводных рыб, было обнаружено Piironen J. и др. [133] для сперматозоидов сигов и арктического гольца лишь в сочетании с методикой гранулирования. Канадскими исследователями [109] была показана пригодность диметилацетамида (ДМАА) в качестве альтернативного криопротектора для замораживания спермы радужной форели. Л.И. Цветкова и М.В. Каранова [12] обнаружили криопротективное действие антифризных гликопротеинов (АФГП), выделенных из сыворотки крови атлантической трески. Наибольшая эффективность препарата АФГП в концентрациях 5 и 10 мг/мл достигалась в сочетании с 5% ДМСО в разных средах при замораживании спермы радужной форели.

Замораживание спермы, как сообщалось в этот период, осуществлялось на сухом льду и/или в парах жидкого азота (LN_2) в стеклянных ампулах или пластиковых пробирках объемом 0,5-2 мл, пластиковых соломинках объемом 250-1500 мкл или в виде гранул объемом 40-200 мкл. В ряде работ по замораживанию спермы радужной форели испытывались большие соломинки объемом 4,5-5 мл [104; 145; 155]. Значения скоростей замораживания, в зависимости от объема контейнера, предлагались в интервале 30-160°C/мин (техника гранул ограничивается величиной около 30°C/мин).

Оттаивание контейнеров с криоконсервированной спермой происходило на водяной бане при температурах от 4 до 60°C. Гранулы размораживались в растворах $NaHCO_3$, NaCl, в овариальной жидкости или в исходном разбавителе.

Оценка эффективности криоконсервации в рассматриваемых протоколах проводилась по подвижности и оплодотворяющей способности размороженной спермы. Несмотря на ряд сообщений об очень успешных опытах [54; 55; 103; 108; 129; 133; 146; 147], существовали трудности в воспроизведении их результатов, связанные с индивидуальными различиями в качестве спермы. Для уменьшения влияния этих различий рекомендовалось замораживание смеси спермы разных самцов, а при оплодотворении – десятикратное увеличение количества размороженной спермы по сравнению со свежей спермой [103].

Многие авторы отмечали, что способ оплодотворения икры оказывает сильное влияние на результаты. Так как сперма лососевых быстро теряет способность активироваться после оттаивания, рекомендовано добавление к икре

частично оттаявшей спермы, достигшей стадии «талого снега» [143]. Вода не должна использоваться для активации спермы («мокрый» способ оплодотворения), так как она укрепляет оболочку икринок и закрывает микроотверстие, через которое проникает сперматозоид. В гипотоничной среде осмотическое давление вызывает непоправимое повреждение спермиев. В природе икра оплодотворяется не с помощью воды, а несмотря на присутствие воды. И сперма, и икра защищены их изотоничными жидкостями. В «сухом» способе, после смешивания размороженной спермы с икрой, рекомендуется добавление активирующего раствора, в качестве которого первоначально использовались овариальная жидкость, растворы 119 мМ $NaHCO_3$, 120 мМ NaCl [71; 146-150], а впоследствии предпочтение отдавалось буферному раствору, содержащему 0,9% NaCl, 0,01 М трис, 0,02 М глицина, pH 9 [102; 129; 142]. Характерная, очень короткая, продолжительность подвижности спермы лососевых (для форели – меньше 30 с, для атлантического лосося – 1-2 мин) может быть продлена добавлением к активирующему раствору 3-изобутил-1-метилксантина [153] или теофиллина [142].

Как показывает представленный материал, в практике криоконсервации спермы лососеобразных рыб к середине 90-х годов XX в. наметился отход от применения многокомпонентных разбавителей. Благодаря достигнутым высоким результатам по оплодотворению, предпочтение отдавалось упрощенным по составу средам, таким как растворы глюкозы или сахарозы с ДМСО, с добавлением желтка или без него, а также различным вариантам среды Моуниба. В качестве проникающего криопротектора, как правило, использовался ДМСО в концентрациях 9-12%. Исключение составляют лишь данные по сигу и арктическому гольцу, для спермы которых более предпочтительным криопротектором оказался глицерин, а также – первые опыты с ДМАА и АФГП. Добавление желтка к средам обычно способствовало повышению успеха криоконсервации. При разбавлении, соотношение сперма:среда почти всегда составляло 1:3. Сперма замораживалась либо в гранулах, либо в соломинках, охлаждаемых в парах LN_2 или на сухом льду, с последующим хранением в LN_2 . Наиболее результативным был «сухой» способ оплодотворения икры, в котором эффективную активацию спермы обеспечивали водный раствор соды или трис-буферный раствор хлорида натрия и глицина.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ КРИОКОНСЕРВАЦИИ СПЕРМЫ ЛОСОСЕОБРАЗНЫХ РЫБ

За последние два десятилетия количество публикаций по криоконсервации спермы лососеобразных рыб возросло в несколько раз по сравнению с рассмотренным предыдущим периодом. Характерными чертами современного

этапа исследований, в отличие от работ прошлого века, стали:

- переход от эмпирического подбора параметров протоколов к изучению взаимного влияния различных факторов на разных этапах криоконсервации;
- появление нового, альтернативного диметилсульфоксида, криопротектора — метанола;
- сравнение различных сред, криопротекторов или режимов замораживания-оттаивания в рамках одного протокола;
- работа по стандартизации протоколов для аквакультуры на основе широкого распространения простой техники замораживания спермы в соломинках;
- исследование особенностей криоконсервации спермы самок-реверсанта;
- появление новой техники замораживания спермы путем витрификации гранул;
- исследование техники замораживания больших объемов спермы и оплодотворения промышленных партий икры;
- появление новых методов оценки качества нативной и размороженной спермы с использованием прецизионной техники;
- изучение криоповреждений клеток спермы и их влияния на результат оплодотворения икры и качество потомства.

Для определения качества нативной спермы перед криоконсервацией, большинством исследователей используется метод компьютерного анализа параметров движения сперматозоидов CASA (computer-assisted semen analysis), обеспечивающий достоверность, воспроизводимость и объективность оценки. Отмечалось, что для замораживания отбирались образцы с подвижностью более 80-85%.

В протоколах криоконсервации на современном этапе ряд ученых традиционно сохраняет приверженность известным многокомпонентным разбавителям, обычно с ДМСО в качестве основного проникающего криопротектора и с разбавлением спермы средой в соотношении 1:3.

Два коллектива испанских исследователей используют среду Эрделя, Грэма вышеприведенного состава: одни [30-34; 137] с добавлением различных комбинаций желтка, BSA и соевого белка, другие [107; 125-127] – с добавлением липопротеинов низкой плотности (LDL), которые считают более эффективными для защиты клеток, чем желток. Добавка 10% желтка и 7,5 мг/мл соевого белка позволила достигнуть на радужной форели 77,4% оплодотворения икры криоконсервированной спермой [33], а добавка 12% LDL – 66,7% [126] при замораживании спермы, в обоих случаях, в 0,5 мл-соломинках в 2 см над поверхностью LN₂ в течение 10 минут. Польские ученые [16], дополнив среду Эрделя, Грэма 10% ДМАА (вместо ДМСО) и 10% желтка и замораживая сперму в гранулах на сухом льду с последующим погружением в LN₂, получили на радужной форели 89,6% оплодотворения. Ту же технику и среду Эрделя, Грэма с 10% ДМСО

и 10% желтка они использовали также для консервации спермы щуки [19].

Французские криобиологи [3; 90; 91; 114; 122] традиционно работают со средой Моуниба с добавлением 10% ДМСО и 10% желтка. От 50 до 90% икры оплодотворяла сперма радужной форели, замораживаемая в 0,5 мл-соломинках в 3 см над поверхностью LN₂ в течение 10 минут.

Чилийские исследователи [59; 62; 56; 58; 110; 111], работая с коммерческой средой Кортланда, дополняли ее сахарозой или глюкозой, BSA и семенной плазмой в различных сочетаниях, с 10% ДМСО или без него. Лучший результат по оплодотворению икры (90,4%) спермой атлантического лосося, замороженной в 0,5 мл-соломинках в 2 см над поверхностью LN₂ в течение 10 минут, был достигнут при сочетании 10% ДМСО, 0,3 М глюкозы и 2% BSA [62]. Его удалось повысить до 96,9% при дополнении данной среды оптимальным сочетанием антиоксидантов (0,1 мМ α-токоферола и 1 мМ аскорбиновой кислоты) и использовании скорости замораживания 0,5 мл-соломинок 62,3°C/мин от +4 до -120°C в программируемом замораживателе [56].

Австрийский криобиолог Ф. Ланштайнер с сотрудниками [92; 93; 95; 96; 98; 99; 100] еще в середине 90-х годов прошлого века разработал криозащитную среду (103 мМ NaCl, 40 мМ KCl, 1 мМ CaCl₂, 0,8 мМ MgSO₄, 20 мМ HEPES, pH 7,8, 1,5% BSA, 7% желтка, 0,5% сахарозы), в которую он вначале включал 5% ДМСО и 1% глицерина [98], а потом, впервые для лососевых, стал применять метанол в концентрации 10% [92; 93; 99; 100]. При различных соотношениях разбавления спермы (от 1:3 до 1:7) для разных видов лососеобразных рыб (радужной форели, кумжи, арктического и американского гольца, сига, дунайского лосося, европейского хариуса, щуки) и использовании обычно 0,5- и 1,2 мл-соломинок, эта среда стабильно обеспечивала оплодотворение 90-100% икры криоконсервированной спермой от нативного контроля. На основании получаемых результатов данный протокол предлагался авторами как универсальный способ криоконсервации спермы лососевых рыб.

Достаточно успешно применялись также и другие подобные многокомпонентные солевые разбавители в сочетании с ДМСО, желтком и/или BSA для криоконсервации спермы кумжи [29; 67], радужной форели [89], щуки [23; 112].

Однако большинство исследователей предпочитает криозащитные среды простого состава, эффективность которых была замечена еще в конце прошлого века. Так, О.В. Желтоножко [4-7], замораживая в 1,5 мл-пробирках сперму тихоокеанских лососей (чавычи, нерки, кеты, микижи) при ее разбавлении 1:3 средой, содержащей в водном растворе 0,2 М сахарозы, 0,05 М NaHCO₃, 1,5 М ДМСО и 12,5% желтка, получал 67-80% оплодотворения икры.

Наиболее часто используемым разбавителем в течение последних 20 лет является 0,3 М во-

дный раствор глюкозы, в котором варьируется содержание 10-15% ДМСО, метанола или ДМАА с дополнением 7-13% желтка или без него. Соотношение разбавления спермы средами на этом простом разбавителе обычно составляет 1:3, реже используется 1:2, 1:4 или 1:5.

Турецкие исследователи [26-28; 52; 53; 151; 152] приходили к выводу о предпочтительности данного разбавителя, сравнивая его с многокомпонентными разбавителями Ланштайнера, Моуниба, Эрдэла, Грэма в опытах на сперме радужной форели и кумжи, при использовании обычно 0,5- и 0,25 мл-соломинок [26; 28; 151; 152]. Попытки повышения эффективности среды, содержащей 10% ДМСО в 0,3 М растворе глюкозы, путем введения в нее таурина [53] или стрептомицина [52] не привели к успеху.

Иранские исследователи, криоконсервируя сперму каспийской кумжи в 0,5 мл-соломинках, при сравнении со сложными средами Ланштайнера и Штайна, также обнаружили более эффективное действие двух простых сред, состоящих из 0,3 М глюкозы, 10% метанола, 10% желтка и 0,6 М сахарозы, 10% ДМСО, 10% желтка, которые обеспечивали соответственно 67 и 60% оплодотворения икры [140; 141]. Впоследствии усовершенствование протокола с использованием среды, содержащей 0,3 М глюкозы и 10% метанола, позволило получить 73,5% оплодотворения [66].

Канадские криобиологи, работая с 0,3 М раствором глюкозы, вначале традиционно вводили в него 10% ДМАА [134], но в дальнейшем, в опытах по замораживанию в 0,5 мл-соломинках спермы арктического гольца, проводя сравнение разных криопротекторов и разбавителей (в том числе разбавителя Ланштайнера), получали лучшие результаты (около 70% оплодотворения) при использовании этого простого разбавителя сначала с 10% ДМСО [136], а затем с 10% и 15% метанола [105; 135]. Однако польские исследователи сообщали о достаточно высокой эффективности действия 10% ДМАА в этом разбавителе при криоконсервации спермы радужной форели, как в 0,5 мл-соломинках с применением программируемого замораживателя [15], так и в гранулах [17].

Сравнивая действие трех протекторов (ДМАА, ДМСО и метанола) в 0,3 М растворе глюкозы при криоконсервации спермы тайваньского лосося в гранулах, исследователи из Тайваня и Японии пришли к выводу о предпочтительности 10% ДМСО, получив 84-88% оплодотворения икры [69]. Замораживание в гранулах спермы симы в этой среде позволяло японским криобиологам достигать 80-87% оплодотворения [123; 124], однако в опытах на сперме сахалинского тайменя более эффективным было сочетание 0,3 М глюкозы и 10% метанола [87; 88].

Польские ученые в опытах на сперме радужной форели и щуки довольно успешно использовали растворы 0,3 М глюкозы или 0,6 М сахарозы с 10-15% ДМСО [20; 37; 65], иногда с добавлением 10% желтка [21; 64]. Заморажи-

вание спермы форели, разбавленной в соотношении 1:3 средой, состоящей из 0,6 М сахарозы и 10% ДМСО, с применением техники гранулирования, обеспечило получение 90,1% оплодотворения икры [37], хотя этот успех отчасти может объясняться высоким качеством нативной спермы, отмечаемым авторами. Впоследствии, другими коллективами польских исследователей при криоконсервации спермы сига [42; 118] отдавалось предпочтение 0,3 М раствору глюкозы с 10-15% метанола, а при криоконсервации спермы атлантического лосося [51] и кумжи [50] – 0,3 М раствору глюкозы с 10% метанола и 10% желтка, при использовании одинаковой техники замораживания в 0,25 мл-соломинках.

Сообщалось также и о других, более или менее удачных, попытках применения упомянутых простых разбавителей с ДМСО для криоконсервации спермы радужной форели [43; 44; 115; 158], аризонской форели [45], кумжи [76].

Польскими криобиологами [63] еще в конце прошлого века, при замораживании в гранулах спермы дунайского лосося, было обнаружено повышение криозащитного действия среды, состоящей из 0,3 М глюкозы, 10% ДМСО и 10% желтка, при включении в нее 25 мМ хлорида калия (результат – 87,5% оплодотворения икры). Ученые из США, сравнивая среды на основе 0,3 М глюкозы и 1,7 г/л KCl, при замораживании в 0,5 мл-соломинках спермы атлантического лосося, лучшие результаты (72,9 и 83,5% оплодотворения) получили при дополнении ее соответственно 10% метанола или 10% метанола и 13,3% желтка. ДМСО в концентрации 5% сам по себе и в сочетании с 13,3% желтка оказался менее эффективен [77]. Сравнение подобных сред китайскими учеными в опытах по замораживанию в 0,5 мл-соломинках спермы щуки привело к аналогичному выводу. Использование среды, состоящей из 0,3 М глюкозы, 1,7 г/л KCl, 10% метанола и 10% желтка, обеспечило оплодотворение 91,4% икры. Замена глюкозы на 0,6 М сахарозы в этой среде немного снижала ее эффективность (81,3% оплодотворения), а ДМСО, в сочетании с обоими сахарами, давал лишь около 35% оплодотворения [159].

К простым средам можно отнести и разработанный венгерскими учеными [72-75] разбавитель, содержащий 0,2 М глюкозы, 0,04 М KCl, 0,03 М трис (pH 8), в котором, по сообщению авторов, метанол в концентрации 10% работает лучше, чем ДМСО. После криоконсервации в этой среде спермы хариуса и мраморной форели в 0,5 мл-соломинках удавалось достигнуть сохранения оплодотворяющей способности соответственно у 91,3% [73] и 84% [74] клеток. Испытания сред подобного состава (0,3 М трегалозы, 0,04 М KCl, 0,02 М трис, 20% метанола, pH 8,5 и 0,185 М трегалозы, 0,04 М KCl, 0,02 М трис, 10% метанола, pH 8,5), проведенные польскими исследователями, при замораживании соответственно спермы сига и щуки в 0,25 мл-соломинках, также позволило получить процент оплодотворения икры оттаявшей

спермой, близкий к нативному контролю [36; 139]. Однако в опытах на сперме радужной форели наиболее сильное криозащитное действие было обнаружено у водных растворов, содержащих 0,175 М трегалозы, 10% метанола (186 мОсм, pH 6,39) и 0,175 М трегалозы, 0,04 М KCl, 10% метанола (275 мОсм, pH 6,22), по сравнению с трис-буферными растворами. Среда с хлоридом калия обеспечивала самую высокую выживаемость клеток и сохранение их подвижности (75-85%) в оттаявшей сперме в течение 60 минут [78].

Как показывают представленные материалы, мнения авторов о наиболее эффективном проникающем криопротекторе в простых средах расходятся. Сравнивая действие разных протекторов в рамках своих протоколов, одни исследователи приходили к выявлению большей полезности ДМСО, другие – метанола. ДМАА обычно признавался менее эффективным.

В последнее десятилетие внимание исследователей все больше привлекают глюкозо-метанольные среды. Для оптимизации количественного состава такой среды и разработки эффективного протокола криоконсервации спермы лососеобразных рыб коллективом польских криобиологов под руководством А. Ciereszko был проведен большой объем исследований, представленный в многочисленных публикациях [38-41; 48; 49; 79-86; 116; 117; 119-121]. Прорывным результатом поисков можно считать стабильное сохранение высокой (на уровне нативного контроля) оплодотворяющей способности спермы, криоконсервированной в среде, состоящей из 0,18 М глюкозы и 9% метанола, при высоких степенях разбавления: 1:5 для радужной форели [38], кумжи [116], американского гольца [117], европейских тайменя и хариуса [119], сига и щуки [49] и 1:9 – для радужной форели-реверсанта [40; 48]. Эти достижения, по-видимому, обусловлены сочетанием оптимальных состава среды и степени разбавления с особой техникой замораживания 0,25 мл-соломинок: на рамке толщиной 3 см вначале в течение 15 минут на льду, затем в течение 5 минут – на поверхности LN₂ с последующим погружением. Разработанную среду авторы считают универсальной криозащитной средой для спермы лососеобразных, уточняя конечные концентрации ее компонентов в получаемой суспензии сперма-среда при разных степенях разбавления (при 1:5 – 0,15 М глюкозы и 7,5% метанола, при 1:9 соответственно – 0,162 М и 8,1%). В последующих исследованиях этим коллективом ученых было обнаружено, что криоконсервированная данным способом сперма атлантического лосося, кумжи, американского гольца, арктического гольца, сига, радужной форели и радужной форели-реверсанта способна после оттаивания сохранять подвижность в течение 30-120 минут при температуре 4°C [79; 79a; 83; 121]. Сообщалось также, что вместо глюкозы в данной среде может использоваться сахароза или трегалоза [121], а добавление KCl в среду приводило обыч-

но к снижению подвижности размороженной спермы [83]. В дальнейших исследованиях, проводимых с целью стандартизации протокола, авторы варьировали параметры процесса и изучали их влияние на результат криоконсервации. Была показана возможность использования в том же протоколе 0,5 мл-соломинок [80-82; 84-86; 120], определен оптимальный режим их оттаивания на водяной бане (40°C, 10 с) [80; 82; 84-86; 120], определены оптимальные концентрации спермы в соломинках, обеспечивающие высокую подвижность после оттаивания (1.10⁹ сперматозоидов/мл для радужной форели [120; 81; 84], 1,5.10⁹ – для арктического гольца [79a], 2.10⁹ – для американского гольца, 3.10⁹ – для кумжи, 4.10⁹ – для атлантического лосося [82], 1.10⁹-4.10⁹ – для реверсантов форели и гольца [80]).

Данным научным коллективом выполнены многочисленные исследования по проблеме криоконсервации спермы, полученной от самок-реверсантов [40; 48; 79; 80; 83; 85; 85a; 121], интерес к которой в настоящее время связан с распространением монокультур самок в рыбководстве. По сравнению со спермой нормальных самцов, сперма реверсантов, собираемая из семенников из-за неразвитости спермовыводящего протока, характеризуется высокой концентрацией сперматозоидов и высокой концентрацией протеинов в семенной плазме. Она обычно бывает низкого качества, с низким потенциалом подвижности и высоко вариабельна среди особей по стадии созревания [39; 48]. Считается, что качество может быть улучшено при инкубации ее в имитирующих семенную плазму растворах с высоким значением pH, что использовалось ранее другими исследователями [86a; 137]. Польские криобиологи получали повышение подвижности свежей спермы реверсантов радужной форели до 75%, при инкубации ее в течение 15 минут, в приведенной выше глюкозо-метанольной среде с pH 6,9 или в течение 120 минут в искусственной семенной плазме, содержащей 130 mM NaCl, 40 mM KCl, 3,3 mM CaCl₂•2H₂O, 1,5 mM MgCl₂•6H₂O, 2,5 mM NaHCO₃, с pH 9,9 [39]. Инкубация размороженной спермы, разбавленной теми же растворами в соотношении 1:10, приводила сначала к ингибированию, а затем к постепенному повышению ее подвижности, однако хранение в этих средах в течение 120 минут не влияло на оплодотворяющую способность [79]. Рассмотренный выше протокол оказался весьма эффективным для замораживания спермы реверсантов радужной форели [40; 48; 79; 80; 83; 85; 121] и американского гольца [80], позволяя получать близкие к нативному контролю степени оплодотворения икры криоконсервированной спермой. Отмечалось, что самую высокую подвижность размороженной спермы, как реверсантов, так и нормальных самцов радужной форели, обеспечивала оптимальная концентрация глюкозы (0,15 М) в разбавленной средой сперме, которая минимизировала окислительный стресс [85;

85a]. С меньшим успехом удавалось замораживание спермы радужной форели-реверсанта в средах сложного или простого состава с ДМСО и желтком в других технологиях [59; 115; 127; 137].

Большинство рассмотренных протоколов объединяет применение для замораживания разбавленной спермы пластиковых соломинок объемом 0,25 или 0,5 мл. Сообщается также об удачных попытках использования соломинок большего объема: 1,2 мл [99], 1,7 мл [136], 1,8 мл [33], 2,5 мл [44] и 5 мл [23; 33; 34; 90; 112; 122]. В большинстве технологий замораживание соломинок осуществляется при их горизонтальном расположении на полистироловой рамке, плавающей на поверхности LN_2 в полистироловом ящике (на высоте 1-6 см над этой поверхностью в течение 3-10 минут), с последующим погружением в LN_2 .

Уникальная технология замораживания большого объема спермы радужной форели в 1,2 мл-соломинках, для дальнейшего осеменения им промышленных партий икры, была разработана Ф. Ланштайнером и сотрудниками [96]. Соломинки в количестве 16 шт., прикрепленные к гибкой пластиковой ленте, замораживались горизонтально в 1 см над поверхностью LN_2 в течение 10 минут, после чего, свернутая в рулон, лента с соломинками упаковывалась в цилиндрический стакан для хранения в LN_2 . Оттаивание происходило в развернутом виде, а затем снова в свернутом проводилось одновременное обрезание концов всех соломинок и выливание всего объема размороженной спермы на 500 г икры. Полученная степень оплодотворения была такой же, как с нативным контролем (87,5%).

Некоторые авторы приводят описания других режимов в программируемых замораживателях [15; 30; 31; 44; 56; 115; 138], в том числе при использовании 10 мл-криопробирок [23; 112]. На рубеже веков использовалась классическая техника гранулирования разбавленной спермы на сухом льду с последующим погружением в LN_2 [16; 17; 19-21; 37; 63; 65; 69; 87; 88; 90; 123; 124; 157].

В последнее десятилетие чилийскими криобиологами [58; 59; 110; 111] для спермы лососевых разрабатывалась технология витрификации (стеклования) гранул, в которой суспензия спермы в среде накапывается по 20-30 мкл прямо в LN_2 , с последующим хранением полученных сферических гранул в криопробирках в LN_2 . Интерес к этой технологии связан с исключением образования внутри и вне клетки кристаллов льда, как основного повреждающего фактора, из-за сверхвысокой скорости замораживания. Лучшие результаты оплодотворения икры криоконсервированной таким образом спермой радужной форели-реверсанта и атлантического лосося пока не очень высоки (31% и 46%, соответственно), что может быть связано не только со способом замораживания, но и с составом криозащитной среды на основе трис-буферного

разбавителя Кортланда с добавлением 0,13 М сахарозы, 10% ДМСО, 2% BSA, и 50% семенной плазмы. Хотя именно этот количественный состав обеспечивал, по сообщению авторов, лучшие характеристики размороженной спермы: целостность плазматической мембраны – 98,4-98,6%, целостность митохондриальной мембраны – 36,2-47,2%, фрагментация ДНК – 9,2-11,1%.

Приводимые в рассматриваемых публикациях режимы оттаивания соломинок на водяной бане различны (в среднем при температуре 25-40°C за 10-30 с). Гранулы размораживались при тех же температурах в пробирках с раствором $NaHCO_3$ или со средой, в которой они были заморожены.

Эффективность протоколов криоконсервации в большинстве случаев оценивалась по результатам оплодотворения икры размороженной спермой. В общепринятом «сухом» способе осеменения икры, для активации подвижности сперматозоидов, иногда использовались растворы, содержащие 120 mM $NaHCO_3$ [4; 29; 51; 67; 69; 88; 115; 123]; 51,3 mM или 120 mM NaCl [19; 28; 42; 53; 151; 152]; 60 mM $NaHCO_3$, 50 mM трис, pH 9 [89; 93; 95; 96; 106; 135] или то же с добавлением 20 mM глицина и 5 mM теофиллина [99; 100; 138]. Однако большинством исследователей применялся, разработанный Р. Бийаром [24], буферный раствор D 532, состав которого интерпретировался по-разному. В публикациях приводились четыре состава этого раствора:

- 1) 20 mM трис, 30 mM глицина, 125 mM NaCl, pH 9 [38; 40; 66; 78; 117; 119; 140; 141];
- 2) 20 mM трис, 30 mM глицина, 125 mM NaCl, 1 mM $CaCl_2$, pH 9 [50; 81] (этот состав дополнялся также 0,2 или 0,5% BSA [39; 41; 116; 120; 121; 139];
- 3) 20 mM трис, 30 mM глицина, 154 mM NaCl, 1 mM $CaCl_2$, pH 9 [20; 21; 49];
- 4) 20 mM трис, 50 mM глицина, 95 mM NaCl, pH 8,8 [44; 75; 125].

ВЫВОДЫ

Как показывает представленный обзор публикаций двух последних десятилетий, технологии криоконсервации спермы лососеобразных рыб получили широкое распространение во всем мире. В них, наряду с использованием известных ранее и новых многокомпонентных разбавителей, явное предпочтение отдавалось простым по составу криозащитным средам, таким как раствор глюкозы с добавлением, в качестве проникающего протектора, традиционного ДМСО или нового, перспективного метанола. Как стабилизаторы мембран клеток спермы не потеряли своей актуальности ни липопротеины желтка, ни белки, такие как комплекс белков сои, белки семенной плазмы или BSA. Представляется полезным добавление в среду хлорида калия для предотвращения преждевременной активации спермы при смешивании. В разбавлении спермы средой наметился переход от наиболее распространенного значения 1:3 к более высоким степеням разбавления. Повсеместно

применяется более простая и удобная, по сравнению с использованием программируемых замораживателей, техника замораживания разбавленной спермы в соломинках объемом 0,25 мл и 0,5 мл в парах LN₂ в 1-6 см над его поверхностью в течение 3-10 минут с последующим погружением. В общепринятом «сухом» способе оплодотворения икры получило широкое распространение использование трис-буферного активатора подвижности спермы D 532.

Работа по стандартизации протоколов криоконсервации спермы лососеобразных рыб для аквакультуры, на основе широкого распространения простой техники замораживания в соломинках, имеет пока локальный характер [84; 86]. Многообразие протоколов, огромное количество разрозненных фактических данных и близкие результаты оплодотворения икры размороженной спермой, достигаемые в различных протоколах, с разными средами и криопротекторами, исключают возможность реализации единого стандартного протокола. Исследовательские коллективы, в рамках своих протоколов, проводят работу по оптимизации и стандартизации всех параметров и этапов процесса. Главной проблемой в этой деятельности по-прежнему остается обеспечение воспроизводимости результатов криоконсервации, которые, в первую очередь, определяются качеством нативной спермы.

Улучшение качества нативной спермы достигается дополнением кормовых рационов производителей такими веществами, как аминокислоты (таурин и гипотаурин), витамины (Е и С), липиды (улучшение качества криоконсервированной спермы – введением тех же веществ в криозащитные среды), или селекцией стрессоустойчивых и хорошо адаптирующихся к условиям содержания особей [35]. Для оценки качества, как нативной, так и криоконсервированной спермы, чаще всего используется анализ ее подвижности, который в большинстве современных исследований проводится с помощью метода CASA, позволяющего определять различные параметры подвижности: процент подвижных клеток MOT (percentage of motile sperm), скорость прямолинейного движения VSL (straight line velocity), скорость криволинейного движения VCL (curvilinear velocity), средняя скорость VAP (average path velocity), степень прямолинейности движения LIN (linearity) и другие. Качество размороженной спермы, кроме того, оценивается по таким показателям, как выживаемость (процент клеток с функциональной плазматической мембраной), содержание АТФ и целостность ДНК, что связано с возможностью повреждений соответственно плазматической мембраны, мембран митохондрий и хроматина сперматозоидов, вызываемых образованием внутри- и внеклеточных кристаллов льда, осмотическим и окислительным стрессом. Всесторонний анализ сведений по качеству гамет, методам оценки качества размороженной спермы и криоповреждений, с помощью современного инструментария, дан в обзорных публикациях [13; 14; 25; 35; 60; 61; 154; 156].

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Ананьев В.И. Опыт криоконсервации спермы белорыбицы и белуги / В.И. Ананьев, А.А. Андреев, Т.С. Голованова // Проблемы сохранения геномов лососевых и осетровых рыб. Рыбное хозяйство. Аналитическая информация, сер. Аквакультура. – М.: Экинас, 1998. – Вып. 1. – С. 25-36.
1. Ananyev V.I. Experience of cryopreservation of sperm of white fish and beluga / V.I. Ananyev, A.A. Andreev, T.S. Golovanova // Problems of genom preservation of salmonidae and sturgeons. Fisheries. Analytical information, ser. Aquaculture. – М.: Ekinas, 1998. – Issue 1. – P. 25-36.
2. Ананьев В.И. Проблемы сохранения геномов лососевых и осетровых рыб / В.И. Ананьев, Л.И. Цветкова, М.С. Манохина // Проблемы сохранения геномов лососевых и осетровых рыб. Рыбное хозяйство. Аналитическая информация, сер. Аквакультура. – М.: Экинас, 1998. – Вып. 1. – С. 2-24.
2. Ananyev V.I. Problems of genom preservation of salmonidae and sturgeons / V.I. Ananyev, L.I. Tsvetkova, M.S. Manokhina // Problems of genom preservation of salmonidae and sturgeons. Fisheries. Analytical information, ser. Aquaculture. – М.: Ekinas, 1998. – Issue 1. – P. 2-24.
3. Андреев А.А. Влияние липидов на физиологическую активность спермиев радужной форели при криоконсервации / А.А. Андреев, Л. Лаббе, Ж.-Л. Роже // Биол. мембраны. – 2006. – Т. 23. – № 1. – С. 53-56.
3. Andreev A.A. Influence of lipids on the physiological activity of rainbow trout spermatozoa during cryopreservation / A.A. Andreev, L. Labbe, J.-L. Roget // Biol. membranes. – 2006. – Vol. 23. – No. 1. – P. 53-56.
4. Желтоножко О.В. Криоконсервация спермы проходной и пресноводной форм микижи (*Salmo mykiss*) / О.В. Желтоножко, В.В. Желтоножко // Проблемы сохранения геномов рыб. Рыбное хозяйство. Аналитическая информация, сер. Аквакультура. – М.: Экинас, 1999. – Вып. 1. – С. 34-39.
4. Zheltonozhko O.V. Cryopreservation of sperm of entrance and freshwater rainbow trout forms (*Salmo mykiss*) / O.V. Zheltonozhko, V.V. Zheltonozhko // Problems of conservation of fish genomes. Fisheries. Analytical information, ser. Aquaculture. – М.: Ekinas, 1999. – Issue 1. – P. 34-39.
5. Желтоножко О.В. Криоконсервация спермы реофильной нерки / О.В. Желтоножко, В.В. Желтоножко // Проблемы сохранения геномов лососевых и осетровых рыб. Рыбное хозяйство. Аналитическая информация, сер. Аквакультура. – М.: Экинас, 1998. – Вып. 1. – С. 37-40.
5. Zheltonozhko O.V. Cryopreservation of sperm rheophilic sockeye / O.V. Zheltonozhko, V.V. Zheltonozhko // Problems of genom preservation of salmonidae and sturgeons. Fisheries. Analytical information, ser. Aquaculture. – М.: Ekinas, 1998. – Issue 1. – P. 37-40.
6. Желтоножко О.В. Опыт криоконсервации спермы реофильной нерки и оплодотворение икры размороженной спермой / О.В. Желтоножко, В.В. Желтоножко // Тезисы докладов Первого конгресса ихтиологов России. – Астрахань, 1997. – С. 354.
6. Zheltonozhko O.V. Experience of cryopreservation of sperm of rheophilic sockeye and fertilization of egg with thawed sperm / O.V. Zheltonozhko, V.V. Zheltonozhko // Abstracts of the reports of the First Congress of Ichthyologists of Russia. - Astrakhan, 1997. – P. 354.
7. Желтоножко О.В. Криоконсервация спермы тихоокеанских лососей Камчатки: чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) и кеты (*Oncorhynchus keta*) / О.В. Желтоножко, В.В. Желтоножко, В.В. Черепанов // Проблемы криобиологии. – № 3. – С. 30-34.
7. Zheltonozhko O.V. Sperm cryopreservation of Pacific salmon of Kamchatka: Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*) / O.V. Zheltonozhko, V.V. Zheltonozhko, V.V. Cherepanov // Problems of Cryobiology. – 1996. – No. 3. – P. 30-34.
8. Карамулдаева А.К. Применение глицерина для криоконсервации спермы белорыбицы / А.К. Карамулдаева, А.М. Тихомиров // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2017. – № 2. – С. 117-121.
8. Karamuldaeva A.K. Application of glycerin for cryopreservation of white fish sperm / A.K. Karamuldaeva, A.M. Tikhomirov // Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe khozyaistvo. - 2017. – No. 2. – P. 117-121.

9. Каранова М.В. Криопротективные свойства антифризных гликопротеинов при замораживании спермы рыб / М.В. Каранова, Л.И. Цветкова // Известия АН (сер. биол.). – 1994. – № 5. – С. 818-827.
9. Karanova M.V. Cryoprotective properties of antifreeze glycoproteins in fish sperm freezing / M.V. Karanova, L.I. Tsvetkova // Izvestiya AN (ser. biol.). – 1994. – No. 5. – P. 818-827.
10. Суханова Л.В. Криоконсервация спермы байкальского омуля / Л.В. Суханова, О.Ю. Глызина, В.В. Смирнов // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Матлы Восьмого межд. науч.-произв. совещания. – 2013. – С. 209-214.
10. Sukhanova L.V. Cryopreservation of sperm of the Baikal omul / L.V. Sukhanova, O.Yu. Glyzina, V.V. Smirnov // Biology, biotechnics of breeding and the state of stocks of whitefishes. Materials of the Eighth international scientific-proc. meeting. – 2013. – P. 209-214.
11. Тихомиров А.М. Разработка криозащитных сред для низкотемпературного консервирования сперматозоидов белорыбцы (*Stenodus leucichthys* Guldenstadti, 1772) в целях сохранения генофонда / А.М. Тихомиров, М.М. Богатырева, А.А. Красильникова // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 58-62.
11. Tikhomirov A.M. Development of cryoprotective media for low-temperature preservation of white fish spermatozoa (*Stenodus leucichthys* Guldenstadti, 1772) in order to preserve the gene pool / A.M. Tikhomirov, M.M. Bogatyreva, A.A. Krasilnikova // Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe khozyaistvo. – 2011. – No. 1. – P. 58-62.
12. Цветкова Л.И. Влияние антифризных гликопротеинов на качество криоконсервированной спермы рыб / Л.И. Цветкова, М.В. Каранова // Цитология. – 1994. – Т. 36. – № 11. – С. 1157-1163.
12. Tsvetkova L.I. Influence of antifreeze glycoproteins on the quality of cryopreserved fish sperm / L.I. Tsvetkova, M.V. Karanova // Cytology. – 1994. – Vol. 36. – No. 11. – P. 1157-1163.
13. Alavi S.M.H., Cosson J. Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH: a review // Cell Biology International – 2005. – V. 29. – P.101-110.
14. Alavi S.M.H., Cosson J. Sperm motility in fishes. II. Effects of ions and osmolality: A review // Cell Biology International – 2006. – V. 30. – P.1-14.
15. Babiak I., Fraser L., Dobosz S. et al. Computer-controlled freezing of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) spermatozoa for routine programmes // Aquacult. Res. – 1999. – V. 30. – P. 707-710.
16. Babiak I., Glogowski J., Dobosz S. et al. Semen from rainbow trout produced using cryopreserved spermatozoa is more suitable for cryopreservation // J.Fish Biol. – 2002. – V. 60. – P. 561-570.
17. Babiak I., Glogowski J., Goryczko K. et al. Effect of extender composition and equilibration time on fertilization ability and enzymatic activity of rainbow trout cryopreserved spermatozoa // Theriogenology. – 2001. – V. 56. – P. 177-192.
18. Babiak I., Glogowski J., Luczynski M.J. et.al. Cryopreservation of the milt of the northern pike // J. Fish Biol. – 1995. – V. 46. – No 5. – P. 819-828.
19. Babiak I., Glogowski J., Luczynski M.J. et.al. Effect of individual male variability on cryopreservation of northern pike, *Esox Lucius* L., sperm // Aquacult. Res. – 1997. – V. 28. – P. 191-197.
20. Babiak I., Glogowski J., Luczynski M.J. et.al. The effect of egg yolk, low density lipoproteins, methylxanthines and fertilization diluent on cryopreservation efficiency of northern pike (*Esox lucius*) spermatozoa // Theriogenology. – 1999. – V. 52. – P. 473-479.
21. Babiak I., Glogowski J., Luczynski M.J. et.al. The effect of individual male potency on fertilization ability of fresh and cryopreserved milt of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) // Aquacult. Res. – 1998. – V. 29. – P. 337-340.
22. Baynes S.M., Scott A.P. Cryopreservation of rainbow trout spermatozoa: the influence of sperm quality, egg quality and extender composition on post-thaw fertility // Aquaculture. – 1987. – V. 66. – No 1. – P. 53-57.
23. Bernath G., Molnar J., Varkonyi L. et al. The growth and survival rate in hatchery reared northern pike (*Esox Lucius*) larvae obtained from 3 different large-scale sperm cryopreservation methods // 7th Int. Workshop on the Biology of Fish Gametes. 2-6 Sept. 2019, Rennes, France. Abstract Book. — P. 130.
24. Billard R. Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes // Aquaculture. – 1992. – V. 100. – P. 263-298.
25. Bobe J., Labbe C. Egg and sperm quality in fish // General and Comparative Endocrinology. – 2010. – V. 165. – P. 535-548.
26. Bozkurt Y., Akcay E., Tekin N. et al. Effect of freezing techniques, extenders and cryoprotectants on the fertilization rate of frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sperm // The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgheh. – 2005. – V. 57. – No 2. – P. 125-130.
27. Bozkurt Y., Secer S., Tekin N. et al. Cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and mirror carp (*Cyprinus carpio*) sperm with glucose based extender // Suleyman Demirel Universitesi. – 2005. – No 1. – P. 21-25.
28. Bozkurt Y., Yavas I. Preliminary study on hybridization of brown trout (*Salmo trutta macrostigma*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using cryopreserved sperm // The Israeli Journal of Aquaculture. Bamidgheh. – 2014. – V. 66. – P. 958.
29. Bozkurt Y., Yavas I., Karaca F. Cryopreservation of brown trout (*Salmo trutta macrostigma*) and ornamental koi carp (*Cyprinus carpio*) sperm // Current Frontiers in Cryopreservation. Ed. I.I.Katkov. In Tech, 2012. – P. 293-304.
30. Cabrita E., Alvarez R., Anel L. et al. Sublethal damage during cryopreservation of rainbow trout sperm // Cryobiology. – 1998. – V. 37. – P. 245-253.
31. Cabrita E., Anel L., Herraes M.P. Effect of external cryoprotectants as membrane stabilizers on cryopreserved rainbow trout sperm // Theriogenology. – 2001. – V. 56. – P. 623-635.
32. Cabrita E., Martinez F., Real M. et al. The use of flow cytometry to assess membrane stability in fresh and cryopreserved trout spermatozoa // CryoLetters. – 2001. – V. 22. – P. 263-272.
33. Cabrita E., Robles V., Alvarez R. et al. Cryopreservation of rainbow trout sperm in large volume straws: application to large scale fertilization // Aquaculture. – 2001. – V. 201. – P. 301-314.
34. Cabrita E., Robles V., Rebordinos L. et al. Evaluation of DNA damage in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) cryopreserved sperm // Cryobiology. – 2005. – V. 50. – P. 144-153.
35. Cabrita E., Sarasquete C., Martinez-Paramo S. et al. Cryopreservation of fish sperm: applications and perspectives // J. Appl. Ichthyol. – 2010. – V. 26. – P. 623-635.
36. Cejko B.I., Sarosiek B., Dryl K. et al. The effect of cryopreservation extender on sperm motility and hatch success in northern pike (*Esox lucius*) // Aquaculture. – 2020. – V. 514. – P. 734482.
37. Ciereszko A., Dabrowski K. Effect of a sucrose-DMSO extender supplemented with pentoxifylline or blood plasma on fertilizing ability of cryopreserved rainbow trout spermatozoa // Progr. Fish-Culturist. – 1996. – V. 58. – P. 143-145.
38. Ciereszko A., Dietrich G.J., Nynca J. et al. Cryopreservation of rainbow trout semen using a glucose-methanol extender // Aquaculture. – 2014. – V. 420-421. – P. 275-281.
39. Ciereszko A., Dietrich G.J., Nynca J. et al. Maturation of spermatozoa from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sex-reversed females using artificial seminal plasma or glucose-methanol extender // Theriogenology. – 2015. – V. 83. – P. 1213-1218.
40. Ciereszko A., Dietrich G.J., Nynca J. et al. Semen from sex-reversed rainbow trout of spring strain can be successfully cryopreserved and used for fertilization of elevated number of eggs // Aquaculture. – 2015. – V. 448. – P. 564-568.
41. Ciereszko A., Dietrich G.J., Nynca J. et al. The use of concentrated extenders to improve the efficacy of cryopreservation in whitefish spermatozoa // Aquaculture. – 2013. – V. 408-409. – P. 30-33.
42. Ciereszko A., Dietrich G.J., Wojtczak M. et al. Characterization and cryopreservation of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) semen from Lake Lebsko, Poland // Fundamental and Applied Limnology. – 2008. – V. 173. – No 1. – P. 59-65.
43. Cloud J.G. Cryopreservation of sperm of steelhead rainbow trout after refrigerated storage // Cryopreservation in Aquatic Species. World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, 2000. – V. 7. – P. 101-103.
44. Conget P., Fernandez M., Herrera G. et al. Cryopreservation

- of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa using programmable freezing // Aquaculture. – 1996. – V. 143. – P. 319-329.
45. David R.E., Wirtanen L.J., Ternes M.A. Cryopreservation of sperm of the endangered Apache trout // Cryopreservation in Aquatic Species. World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana. – 2000. – V. 7. – P. 104-107.
46. De Montalembert G., Bry C., Billard R. Control of reproduction in northern pike // Am. Fish Soc. Spec. Publ. – 1978. – V. 11. – P. 217-225.
47. Diaz R., Lee-Estevez M., Quinoms J. et al. Changes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) sperm morphology and membrane lipid composition related to cold storage and cryopreservation // Animal Reproduction Science. – 2019. – V. 204. – P. 50-59.
48. Dietrich G.J., Nynca J., Dobosz S. et al. Application of glucose-methanol extender to cryopreservation of semen of sex-reversed females rainbow trout results in high post-thaw sperm motility and fertilizing ability // Aquaculture. – 2014. – V. 434. – P. 27-32.
49. Dietrich G.J., Nynca J., Szczepkowski M. et al. The effect of cryopreservation of semen from whitefish (*Coregonus lavaretus*) and northern pike (*Esox lucius*) using a glucose-methanol extender on sperm motility parameters and fertilizing ability // Aquaculture. – 2016. – V. 464. – P. 60-64.
50. Dziewulska K., Domagala J. Spermatozoa concentration influences cryopreservation success in sea trout (*Salmo trutta m. trutta* L.) // Theriogenology. – 2013. – V. 80. – P. 659-664.
51. Dziewulska K., Rzemieniecki A., Czerniawski R. et al. Post-thawed motility and fertility from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) sperm frozen with four cryodiluents in straws or pellets // Theriogenology. – 2011. – V. 76. – P. 300-311.
52. Ekici A., Baran A., Ozdas O.B. et al. The effect of streptomycin on freezing rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sperm // The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidegh. – 2014. – V. 66. – P. 961.
53. Ekici A., Baran A., Yamaner G. et al. Effects of different doses of taurine in the glucose-based extender during cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen // Biotechnol. & Biotechnol. – 2012. – V. 26. – No 4. – P. 3113-3115.
54. Erdahl A.W., Erdahl D.A., Graham E.F. Some factors affecting the preservation of salmonid spermatozoa // Aquaculture. – 1984. – V. 43. – P. 341-350.
55. Erdahl D.A., Graham E.F. Preservation of gametes of freshwater fish // 9th International Congress on Animal Reproduction (Madrid, Spain, June 16-20 1980). Madrid, 1980. – V. II. – P. 317-326.
56. Figueroa E., Farias J.G., Lee-Estevez M. et al. Sperm cryopreservation with supplementation of α -tocopherol and ascorbic acid in freezing media increase sperm function and fertility rate in Atlantic salmon (*Salmo salar*) // Aquaculture. – 2018. – V. 493. – P. 1-8.
57. Figueroa E., Lee-Estevez M., Valdebenito I. et al. Effects of cryopreservation on mitochondrial function and sperm quality in fish // Aquaculture. – 2019. – V. 511. – P. 634190.
58. Figueroa E., Merino O., Risopatron J. et al. Effect of seminal plasma on Atlantic salmon (*Salmo salar*) sperm vitrification // Theriogenology. – 2015. – V. 83. – No 2. – P. 238-245.
59. Figueroa E., Risopatron J., Sanchez R. et al. Spermatozoa vitrification of sex-reversed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effect of seminal plasma on physiological parameters // Aquaculture. – 2013. – V. 372-375. – P. 119-126.
60. Figueroa E., Valdebenito I., Farias J.G. Technologies used in the study of sperm function in cryopreserved fish spermatozoa // Aquaculture Research. – 2016. – V. 47. – P. 1691-1705.
61. Figueroa E., Valdebenito I., Lee-Estevez M. et al. Potential biomarkers of DNA quality in cryopreserved fish sperm: impact on gene expression and embryonic development // Reviews in Aquaculture. – 2020. – V. 12. – No. 1. – P. 382-391.
62. Figueroa E., Valdebenito I., Merino O. et al. Cryopreservation of Atlantic salmon *Salmo salar* sperm: effects on sperm physiology // J. Fish Biol. – 2016. – V. 89. – No. 3. – P. 1537-1550.
63. Glogowski J., Babiak I., Goryczko K. et al. Properties and cryopreservation of Danube salmon (*Hucho hucho*) milt. // Archives of Polish Fisheries. – 1997. – V. 5. – No. 2. – P. 235-239.
64. Glogowski J., Babiak I., Luczynski M.J. et al. Factors affecting cryopreservation efficiency and enzyme activity in northern pike, *Esox lucius*, sperm // J. Appl. Aquacult. – 1997. – V. 7. – No. 4. – P. 53–67.
65. Glogowski J., Kwasnik M., Piros B. et al. Characterization of rainbow trout milt collected with a catheter: semen parameters and cryopreservation success // Aquacult. Res. – 2000. – V. 31. – No. 3. – P. 289-296.
66. Golshahi K., Shabani N., Aramli M.S. et al. Motility and fertilizing ability of cryopreserved Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) sperm: Effect of post-thaw storage time and different sperm-to-egg ratios // Cryobiology. – 2015. – V. 71. – No. 2. – P. 360-363.
67. Gopalakrishnan A., Thakur K.L., Ponniah A.G. et al. Cryopreservation of brown trout (*Salmo trutta fario*) sperm: The influence of extender composition and fertilization procedure // Fishery Technology. – 1999. – V. 36. – No. 2. – P. 104-109.
68. Gwo J.-C., Kurokura H., Hirano R. Cryopreservation of spermatozoa from rainbow trout, common carp, and marine puffer // Nippon Suisan Gakkaishi. – 1993. – V. 59. – No. 5. – P. 777-782.
69. Gwo J.-C., Ohta H., Okuzawa K. et al. Cryopreservation of sperm from the endangered Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) // Theriogenology. – 1999. – V. 51. – P. 569-582.
70. Holtz W. Cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sperm: practical recommendations // Aquaculture. – 1993. – V. 110. – P. 97-100.
71. Holtz W., Schmidt-Baulain R., Meiners-Gefken M. A simple saccharide extender for cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // 4th International Symposium on Reproductive Physiology of Fish (Norwich, July 1991). – P. 250-252.
72. Horvath A., Bokor Z., Bernath G. et al. Very low sperm-egg ratios result in successful fertilization using cryopreserved sperm in the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus*) // Aquaculture. – 2015. – V. 435. – P. 75-77.
73. Horvath A., Jesensek D., Csorbai B. et al. Application of sperm cryopreservation to hatchery practice and species conservation: A case of the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus*) // Aquaculture. – 2012. – V. 358-359. – P. 213-215.
74. Horvath A., Jesensek D., Snoj A. et al. Cryopreservation of sperm of the Adriatic grayling (*Thymallus thymallus*) and the marble trout (*Salmo marmoratus*) from the Soca river in Slovenia // Columella – J. of Agricultural and Environmental Sciences. – 2014. – V. 1. – P. 49-55.
75. Horvath A., Labbe C., Jesensek D. et al. Post-thaw storage of sperm from various salmonid species // J. Appl. Ichthyol. – 2015. – V. 31. – No. 1. – P. 119-124.
76. Iaffaldano N., Di Iorio M., Manchisi A. et al. Effective freezing rate for semen cryopreservation in endangered Mediterranean brown trout (*Salmo trutta macrostigma*) inhabiting the Biferno river (South Italy) // Zygote. – 2015. – V. 24. – P. 668-675.
77. Jodun W.A., King K., Farrell P. et al. Methanol and egg yolk as cryoprotectants for Atlantic salmon spermatozoa // North American Journal of Aquaculture. – 2006. – V. 69. – P. 36-40.
78. Judycka S., Cejko B.I., Dryl K. et al. The effect of supplementation of a trehalose-based extender with KCl on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sperm freezability and post-thaw motility // Aquaculture. – 2016. – V. 465. – P. 303-310.
79. Judycka S., Ciereszko A., Dobosz S. et al. Effect of dilution in sperm maturation media and time of storage on sperm motility and fertilizing capacity of cryopreserved semen of sex-reversed female rainbow trout // General and Comparative Endocrinology. – 2017. – V. 245. – P. 89-93.
- 79a. Judycka S., Nynca J., Dietrich M.A. Development of an efficient and standardized method for the cryopreservation of Arctic charr milt and its use in the fertilization of brook trout eggs to produce 'spartic' hybrids // Aquaculture. – 2019. – V. 513. – P. 734363.
80. Judycka S., Nynca J., Liszewska E. et al. Comparative analysis of sperm freezability of sex-reversed female brook trout and of sex-reversed female rainbow trout semen // Aquaculture. – 2019. – V. 498. – P. 201-207.
81. Judycka S., Nynca J., Liszewska E. et al. Cryopreserved rainbow trout semen can be used for the fertilization of up to 8000 eggs in a single application // Aquaculture. – 2018. – V. 490. – P. 25-28.
82. Judycka S., Nynca J., Liszewska E. et al. Optimal sperm concentration in straws and final glucose concentration in extender are crucial for improving the cryopreservation protocol of salmonid spermatozoa // Aquaculture. – 2018. – V. 486. – P. 90-97.

83. Judycka S., Nynca J., Liszewska E. et al. Potassium ions in extender differentially influence the post-thaw sperm motility of salmonid fish // *Cryobiology*. – 2016. – V. 73. – No. 2. – P. 248-256.
84. Judycka S., Slowinska M., Nynca J. et al. Effects of glucose, methanol concentration, and time of equilibration on post-thaw sperm motility of rainbow trout semen // *Aquaculture*. – 2020. – V. 520. – P. 734996.
85. Judycka S., Slowinska M., Nynca J. et al. Oxidative stress in cryopreserved semen of normal males and sex-reversed females rainbow trout in relation to glucose concentration in the extender // 7th Int. Workshop on the Biology of Fish Gametes. 2-6 Sept. 2019, Rennes, France. Abstract Book. – P. 143.
- 85a. Judycka S., Slowinska M., Nynca J. et al. Oxidative stress in cryopreserved semen of sex-reversed female and normal male rainbow trout // *Aquaculture*. – 2020. – V. 528. – P. 735531.
86. Judycka S., Slowinska M., Nynca J. et al. The effect of glucose, methanol concentration and time equilibration on post-thaw sperm motility of rainbow trout sperm // 7th Int. Workshop on the Biology of Fish Gametes. 2-6 Sept. 2019, Rennes, France. Abstract Book. – P. 53-54.
- 86a. Kobayashi T., Fushiki Sh., Ueno K. Improvement of sperm motility of sex-reversed male rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, by incubation in high-pH artificial seminal plasma // *Environmental Biology of Fishes*. – 2004. – V. 69. – P. 419-425.
87. Kusuda S., Koide N., Kawamura H. et al. Cryopreservation diluents for spermatozoa of Sakhalin taimen *Hucho perryi* // *Fish. Sci.* – 2005. – V. 71. – No. 2. – P. 293-298.
88. Kusuda S., Koide N., Kawamura H. et al. Cryopreservation of Sakhalin taimen *Hucho perryi* spermatozoa: Effect of cryoprotectants on post-thaw fertility // *Suisanzoshoku*. – 2004. – V. 52. – No. 2. – P. 171-175.
89. Kutluyer F., Kayim F., Ögretmen F. et al. Cryopreservation of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* spermatozoa: Effects of extender supplemented with different antioxidants on sperm motility, velocity and fertility // *Cryobiology*. – 2014. – V. 69. – No. 2. – P. 462-466.
90. Labbe C., Maisse G. Influence of rainbow trout thermal acclimation on sperm cryopreservation: relation to change in the lipid composition of the plasma membrane // *Aquaculture*. – 1996. – V. 145. – P. 281-294.
91. Labbe C., Martoriati A., Devaux A. et al. Effect of sperm cryopreservation on sperm DNA stability and progeny development in rainbow trout // *Mol. Reprod. & Develop.* – 2001. – V. 60. – P. 397-404.
92. Lahnsteiner F. Cryopreservation protocols for sperm of salmonid fishes // *Cryopreservation in Aquatic Species*. World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, 2000. – P. 91-100.
93. Lahnsteiner F. Semen cryopreservation in the Salmonidae and in the Northern pike // *Aquacult. Res.* – 2000. – V. 31. – P. 245-258.
94. Lahnsteiner F., Berger B., Weismann T. et al. The influence of various cryoprotectants on semen quality of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) before and after cryopreservation // *J. Appl. Ichthyol.* – 1996. – V. 12. – No. 2. – P. 99-106.
95. Lahnsteiner F., Mansour N., Kunz F.A. The effect of antioxidants on the quality of cryopreserved semen in two salmonid fish, the brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // *Theriogenology*. – 2011. – V. 76. – P. 882-890.
96. Lahnsteiner F., Mansour N., Weismann T. A new technique for insemination of large egg batches with cryopreserved semen in the rainbow trout // *Aquaculture*. – 2002. – V. 209. – P. 359-367.
97. Lahnsteiner F., Patzner R.A., Weismann T. Semen cryopreservation of salmonid fishes: Influence of handling parameters on the post-thaw fertilization rate // *Aquacult. Res.* – 1996. – V. 27. – No. 9. – P. 659-671.
98. Lahnsteiner F., Weismann T., Patzner R.A. A uniform method for cryopreservation of semen of the salmonid fishes *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), *Salmo trutta f. fario* L., *Salmo trutta f. lacustris* L., *Coregonus* sp. // *Aquacult. Res.* – 1995. – V. 26. – No. 11. – P. 801-807.
99. Lahnsteiner F., Weismann T., Patzner R.A. An efficient method for cryopreservation of testicular sperm from the Northern pike, *Esox Lucius* L. // *Aquacult. Res.* – 1998. – V. 29. – P. 341-347.
100. Lahnsteiner F., Weismann T., Patzner R. Cryopreservation of semen of the grayling (*Thymallus thymallus*) and the Danube salmon (*Hucho hucho*) // *Aquaculture*. – 1996. – V. 144. – P. 265-274.
101. Lahnsteiner F., Weismann T., Patzner R.A. Methanol as cryoprotectant and the suitability of 1.2 ml and 5 ml straws for cryopreservation of semen from salmonid fishes // *Aquacult. Res.* – 1997. – V. 28. – No. 6. – P. 471-479.
102. Legendre M., Billard R. Cryoconservation du sperme de truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* R.) // *Bull. Fr. Pisc.* – 1980. – V. 278. – P. 11-33.
103. Legendre M., Billard R. Cryopreservation of rainbow trout sperm by deep freezing // *Reproduction, Nutrition and Development*. – 1980. – V. 20. – No. 6. – P. 1859-1868.
104. Maisse G. Comparison of different carbohydrates for the cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sperm // *Aquat. Living Resour.* – 1994. – V. 7. – No. 3. – P. 217-219.
105. Mansour N., Richardson G.F., McNiven M.A. Effect of extender composition and freezing rate on post-thaw motility and fertility of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), spermatozoa // *Aquacult. Res.* – 2006. – V. 37. – P. 862-868.
106. Mansour N., Richardson G.F., McNiven M.A. Effect of seminal plasma protein on postthaw viability and fertility of arctic char spermatozoa // *North American Journal of Aquaculture*. – 2008. – V. 70. – P. 92-97.
107. Martinez-Paramo S., Perez-Cereales S., Gomez-Romano F. et al. Cryobanking as tool for conservation of biodiversity: Effect of brown trout sperm cryopreservation on the male genetic potential // *Theriogenology*. – 2009. – V. 71. – P. 594-604.
108. Mathes E., Stein H. Cryopreservation of grayling (*Thymallus thymallus*), nase (*Chondrostoma nasus*) and dace (*Leuciscus leuciscus*) // Workshop on gamete and embryo storage and cryopreservation in aquatic organisms. Marly le Roy, France, 30 march-2 april 1992. – 1992. – P. 39.
109. McNiven M.A., Gallant R.K., Richardson G.F. Dimethylacetamide as a cryoprotectant for rainbow trout spermatozoa // *Theriogenology*. – 1993. – V. 40. – No. 5. – P. 943-948.
110. Merino O., Risopatron J., Sanchez R. et al. Fish (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa cryoprotectant-free vitrification: Stability of mitochondria as criterion of effectiveness // *Anim. Reprod. Sci.* – 2011. – V. 124. – P. 125-131.
111. Merino O., Sanchez R., Risopatron J. et al. Cryoprotectant-free vitrification of fish (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa: first report // *Andrologia*. – 2012. – V. 44. – P. 390-395.
112. Molnar J., Bokor Z., Varkonyi L. et al. The systematic development and optimization of large-scale sperm cryopreservation in northern pike (*Esox Lucius*) // *Cryobiology*. – 2020. – V. 92.
113. Mounib M.S. Cryogenic preservation of fish and mammalian spermatozoa // *J. Reprod. Fertil.* – 1978. – V. 53. – P. 13-18.
114. Müller K., Müller P., Pincemy G. et al. Characterization of sperm plasma membrane properties after cholesterol modification: consequences for cryopreservation of rainbow trout spermatozoa // *Biology of Reproduction*. – 2008. – V. 78. – P. 390-399.
115. Ninhaus-Silveira A., Foresti F., Tabata Y.A. et al. Cryopreservation of semen from functional sex-reversed genotypic females of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* // *Brazilian Archives of Biology and Technology*. – 2006. – V. 49. – No. 1. – P. 73-77.
116. Nynca J., Dietrich G.J., Dobosz S. et al. Effect of cryopreservation on sperm motility parameters and fertilizing ability of brown trout semen // *Aquaculture*. – 2014. – V. 433. – P. 62-65.
117. Nynca J., Dietrich G.J., Dobosz S. et al. Effect of post-thaw storage time and sperm-to-egg ratio on fertility of cryopreserved brook trout sperm // *Theriogenology*. – 2015. – V. 83. – P. 253-256.
118. Nynca J., Dietrich G.J., Fopp-Bayat D. et al. Quality parameters of fresh and cryopreserved whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) semen // *J. Appl. Ichthyol.* – 2012. – V. 28. – No. 6. – P. 934-940.
119. Nynca J., Dietrich G.J., Grudniewska J. et al. Efficient method for cryopreservation of European huchen (*Hucho hucho* L.) and grayling (*Thymallus thymallus* L.) semen // *Aquaculture*. – 2015. – V. 435. – P. 146-151.
120. Nynca J., Judycka S., Liszewska E. et al. Standardization of spermatozoa concentration for cryopreservation of rainbow trout

- semen using a glucose-methanol extender // Aquaculture. – 2017. – V. 477. – P. 23-27.
121. Nynca J., Judycka S., Liszewska E. et al. Utility of different sugar extenders for cryopreservation and post-thaw storage of sperm from Salmonidae species // Aquaculture. – 2016. – V. 464. – P. 340-348.
122. Ogier de Baulny B., Le Vern Y., Kerboeuf D. et al. Flow cytometric evaluation of mitochondrial activity and membrane integrity in fresh and cryopreserved rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa // Cryobiology. – 1997. – V. 34. – No. 2. – P. 141-149.
123. Ohta H., Shimma H., Hirose K. Effects of freezing rate and lowest cooling pre-storage temperature on post-thaw fertility of amago and masu salmon spermatozoa // Fisheries Science. – 1995. – V. 61. – P. 423-427.
124. Ohta H., Shimma H., Hirose K. Relationship between fertility and motility of cryopreserved spermatozoa of the amago salmon *Oncorhynchus masou ishikawae*. Fish. Sci. – 1995. – V. 61. – P. 886-887.
125. Perez-Cereales S., Martinez-Paramo S., Beirao J. et al. Evaluation of DNA damage as a quality marker for rainbow trout sperm cryopreservation and use of LDL as cryoprotectant // Theriogenology. – 2010. – V. 74. – P. 282-289.
126. Perez-Cereales S., Martinez-Paramo S., Beirao J. et al. Fertilization capacity with rainbow trout DNA-damaged sperm and embryo developmental success // Reproduction. – 2010. – V. 139. – P. 989-997.
127. Perez-Cereales S., Martinez-Paramo S., Cabrita E. et al. Evaluation of oxidative DNA damage promoted by storage in sperm from sex-reversed rainbow trout // Theriogenology. – 2009. – V. 71. – P. 605-613.
128. Piironen J. Cryopreservation of the sperm from Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) // Workshop on gamete and embryo storage and cryopreservation in aquatic organisms (Marly le Roy, France, 30 march-2 april 1992). – 1992. – P. 42.
129. Piironen J. Cryopreservation of sperm from brown trout (*Salmo Trutta M. Lacustris* L.) and arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) // Aquaculture. – 1993. – V. 116. – No. 2-3. – P. 275-285.
130. Piironen J. Cryopreservation of sperm from whitefish (*Coregonus spp.*) // Workshop on gamete and embryo storage and cryopreservation in aquatic organisms. Marly le Roy, France, 30 march-2 april 1992. – P. 43.
131. Piironen J. Factors affecting fertilization rate with cryopreserved sperm of whitefish (*Coregonus muksun* Pallas) // Aquaculture. – 1987. – V. 66. – P. 347-357.
132. Piironen J. Variation in the properties of milt from the Finnish landlocked salmon (*Salmo salar* M. *Sebago Girard*) during a spawning season // Aquaculture. – 1985. – V. 48. – P. 337-350.
133. Piironen J., Hyvarinen H. Cryopreservation of spermatozoa of the whitefish *Coregonus muksun* Pallas // J. Fish Biol. – 1983. – V. 22. – P. 159-163.
134. Pustowka C., McNiven M.A., Richardson G.F. et al. Source of dietary lipid affects sperm plasma membrane integrity and fertility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) after cryopreservation // Aquacult. Res. – 2000. – V. 31. – P. 297-305.
135. Richardson G.F., McNiven M.A., Mansour N. Effect of methanol concentration and thaw rate on the viability and fertility of cryopreserved Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), spermatozoa // Aquacult. Res. – 2011. – V. 42. – P. 1096-1100.
136. Richardson G.F., Miller T.L., McNiven M.A. Cryopreservation of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), semen in various extenders and in three sizes of straw // Aquacult. Res. – 2000. – V. 31. – P. 307-315.
137. Robles V., Cabrita E., Cunado S. et al. Sperm cryopreservation of sex-reversed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): parameters that affect its ability for freezing // Aquaculture. – 2003. – V. 224. – P. 203-212.
138. Salte R., Galli A., Falaschi U. et al. A protocol for the on-site use of frozen milt from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) applied to the production of progeny groups: comparing males from different populations // Aquaculture. – 2004. – V. 231. – P. 337-345.
139. Sarosiek B., Dryl K., Judycka S. et al. Cryopreservation method for whitefish (*Coregonus lavaretus*) semen possible for use in large-scale fertilization // Aquacult. Res. – 2016. – V. 47. – P. 4038-4042.
140. Sarvi M. K., Niksirat H., Mojazi Amiri B. et al. Cryopreservation of semen from the endangered Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) // Aquaculture. – 2006. – V. 256. – P. 564-569.
141. Sarvi M. K., Niksirat H., Mojazi Amiri B. et al. The effect of extender type, freezing and thawing rates on fertility of the cryopreserved semen of the Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) // Iranian J. of Fisheries Sciences. – 2007. – V. 7. – No. 1. – P. 111-128.
142. Scheerer P.D., Thorgaard G.H. Improved fertilization by cryopreserved rainbow trout semen treated with theophylline // The Progr. Fish-Culturist. – 1989. – V. 51. – P. 179-182.
143. Scott A.P., Baynes S.M. A review of the biology, handling and storage of salmonid spermatozoa // J. Fish Biol. – 1980. – V. 17. – P. 707-739.
144. Stein H., Bayrle H. Cryopreservation of the sperm of some freshwater teleosts // Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. – 1978. – V. 18. – P. 1073-1076.
145. Steinberg H., Hedder A., Baulain R. et al. Cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen in straws // Proc. 5th Int. Symp. Reprod. Physiol. Fish. Austin, Tex., 2-8 July 1995. – P. 146.
146. Stoss J., Holtz W. Cryopreservation of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) sperm. I. Effect of thawing solution, sperm density and interval between thawing and insemination // Aquaculture. – 1981. – V. 22. – P. 97-104.
147. Stoss J., Holtz W. Cryopreservation of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) sperm. II. Effect of pH and presence of a buffer in the diluent // Aquaculture. – 1981. – V. 25. – P. 217-222.
148. Stoss J., Holtz W. Cryopreservation of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) sperm. III. Effect of proteins in the diluent, sperm from different males and interval between sperm collection and freezing // Aquaculture. – 1983. – V. 31. – P. 275-282.
149. Stoss J., Holtz W. Cryopreservation of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) sperm. IV. The effect of DMSO concentration and equilibration time on sperm survival, sucrose and KCl as extender components and the osmolality of the thawing solution // Aquaculture. – 1983. – V. 32. – P. 321-330.
150. Stoss J., Refstie T. Short-term storage and cryopreservation of milt from Atlantic salmon and sea trout // Aquaculture. – 1983. – V. 30. – P. 229-236.
151. Tekin N., Secer S., Akcay E. et al. Cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen // The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgheh. – 2003. – V. 55. – No. 3. – P. 208-212.
152. Tekin N., Secer S., Akcay E. et al. Effects of glycerol additions on post-thaw fertility of frozen rainbow trout sperm, with an emphasis on interaction between extender and cryoprotectant // J. Appl. Ichthyol. – 2007. – V. 23. – P. 60-63.
153. Terner C. Evaluation of salmonid sperm motility for cryopreservation // The Progr. Fish-Culturist. – 1986. – V. 48. – P. 230-232.
154. Valdebenito I.I., Gallegos P.C., Effer B.R. Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors // Zygote. – 2013. – P. 1-21.
155. Wheeler P.A., Thorgaard G.H. Cryopreservation of rainbow trout semen in large straws // Aquaculture. – 1991. – V. 93. – No. 1. – P. 95-100.
156. Xin M., Niksirat H., Shaliutina-Kolesova A. et al. Molecular and subcellular cryoinjury of fish spermatozoa and approaches to improve cryopreservation // Reviews in Aquaculture – 2020. – V. 12. – No. 2. – P. 909-924.
157. Yamano K., Kasahara E., Yamaha E. et al. Cryopreservation of masu salmon sperm by the pellet method // Bull. Fac. Fish Hokkaido Univ. – 1990. – V. 41. – P. 149-154.
158. Young W.P., Frenyea K., Wheeler P.A. et al. No increase in developmental deformities or fluctuating asymmetry in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) produced with cryopreserved sperm // Aquaculture. – 2009. – V. 289. – P. 13-18.
159. Zhang J.J., Li S.Z., Tulake K. et al. The effects of extenders and sperm-egg ratios on fertilizing ability of cryopreserved testicular sperm of northern pike (*Esox Lucius* L.) // J. Appl. Ichthyol. – 2011. – V. 27. – P. 1037-1040.

Перспективные объекты марикультуры Приморья

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-82-93

Д-р биол. наук **Г.С. Гаврилова**,
канд. биол. наук **И.Ю. Сухин** –
Тихоокеанский филиал
ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО)

@ galina.gavrilova@tinro-center.ru;
igor.sukhin@tinro-center.ru

Ключевые слова:

марикультура, Приморье,
перспективные объекты,
культивирование,
технологии разведения

Keywords:

marine aquaculture,
Primorski Krai, prospective
species, breeding/farming,
cultivation technologies

PROSPECTIVE SPECIES FOR MARINE AQUACULTURE IN PRIMORSKI KRAI

Doctor of Biological Sciences **G.S. Gavrilova**,
candidate of Biological Sciences **I.Yu. Sukhin** – Pacific Branch of FGBNU "VNIRO" (TINRO),
galina.gavrilova@tinro-center.ru; igor.sukhin@tinro-center.ru

Here is given data about current state of marine aquaculture objects in Primorsky Krai, and some ecological features of its nearshore area for cultivation of hydrobionts, belonging to different biogeographical groups. Ecological conditions influencing on efficiency of different species industrial cultivation were analyzed. Main part of marine aquaculture production in the next decade will be produced by traditional cultivated species mostly.

Перспективность разведения в Приморье тех или иных объектов обсуждалась в литературе в разные периоды развития марикультуры [13; 1]. Однако и до настоящего времени число культивируемых видов невелико, а выявление новых, разведение которых может быть успешным, актуально, при рассмотрении направлений развития отрасли в регионе.

Перспективность промышленного культивирования того или иного объекта зависит от суммы факторов. Одна из основных проблем аквакультуры – определение в процессе аут- и синэкологических исследований перечня объектов, перспективных для разведения в конкретных водоемах. Но для обеспече-

ния эффективности товарного культивирования важны также востребованность объекта разведения на рынках, ценообразование, проблемы логистики и другие факторы.

В настоящее время в России не установлены критерии, определяющие возможность культивирования того или иного вида (за исключением случаев интродукции). Существующий «Классификатор в области аквакультуры (рыбоводства)» не проясняет ситуацию, так как содержит ограниченный список морских беспозвоночных, большая часть из которых уже является объектами аквакультуры. Нормативными документами предусмотрена процедура внесения изменений и дополнений,

однако никаких критериев, позволяющих одобрить или отклонить дополнения, не приводится. Поэтому, при рассмотрении предлагаемых дополнений, указываются «произвольные» критерии (существование технологий культивирования, наличие промысловых запасов и т.п.).

В настоящее время в Приморье существует промышленное разведение только пяти видов гидробионтов: трепанга *Apostichopus japonicus*, приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis*, тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus*, устрицы *Magallana (Crassostrea) gigas* и водоросли ламинария *Saccharina (Laminaria) japonica*. Список явно невелик, поэтому и увеличение объемов товарной продукции связывается не с ее разнообразием, а с развитием эффективных технологий для традиционных объектов и увеличением площадей плантаций.

Цель работы заключалась в современной разнотипной характеристике объектов, культивирование которых осуществляется в прибрежье Приморья или предлагается для разведения в будущем, а также – в рассмотрении перспектив введения в марикультуру региона новых видов. Рассмотрены экологические особенности аквакультурной зоны Приморья с точки зрения ее пригодности для культивирования разных групп гидробионтов; проанализирован ряд условий, позволяющих оценить объекты разведения, как перспективные для промышленного культивирования.

МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе использованы литературные и собственные сведения по биологии объектов разведения и данные статистических обзоров, содержащих информацию об объемах производства, ценах и реализации продукции марикультуры [16; 17], РК-ПРОФИ 36 (811, 812, 813) (2020).

Характеристика аквакультурной зоны Приморья выполнена на основе опубликованных данных гидрологических исследований, проводимых разными коллективами авторов.

При оценке перспективности объектов культивирования рассматривалось несколько условий для получения и реализации товарной продукции: биологические, экологические, экономические; учитывалась степень разработки техники разведения того или иного вида, либо возможность адаптации имеющихся мировых исследований к условиям нашего региона.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИБРЕЖЬЯ ПРИМОРЬЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МАРИКУЛЬТУРЫ

Районы побережья Приморского края существенно различаются по своим экологическим условиям. Восточное побережье подразделяют на южную и северную часть, или, согласно одному из вариантов районирования [3], на северо-приморский и южно-приморский районы; в отдельную область выделяют залив Петра Великого. Стратегия развития марикультуры и перспективы разведения того или иного объекта в этих районах могут существенно отличаться.

Приводятся современные данные об объектах марикультуры Приморья, а также некоторые экологические особенности его аквакультурной зоны, с точки зрения ее пригодности для культивирования разных групп гидробионтов. Проанализирован ряд условий, позволяющих оценить объекты разведения как перспективные для промышленного культивирования. Основная продукция марикультуры в ближайшее десятилетие может быть получена только за счет уже культивируемых видов.

Залив Петра Великого. Наиболее благоприятным для марикультуры является залив Петра Великого, который представляет собой большой, расчлененный шельф и расположен на стыке бореальной и субтропической зон. Сочетание мелководных, хорошо прогреваемых бухт с относительно глубоководной акваторией, граничащей с открытым морем, в условиях муссонного климата, создает специфический режим водных масс залива, неоднородных по физическим и динамическим характеристикам. Наиболее изменчивы в пространстве и времени параметры среды самой мелководной прибрежной зоны. Таким элементам орографии берегов как бухты или малые заливы свойственны собственные местные модификации водных масс и схем течений.

Условия залива Петра Великого обеспечивают существование в нем объектов разной биогеографической принадлежности – от широко-бореальных до субтропических. Но для обеспечения эффективности искусственного разведения каждой группы видов необходимо, чтобы в водоеме реализовывалось не менее 50% видовой потенции роста гидробионтов [11]. Ее реализация у беспозвоночных зависит от длительности воздействия благоприятных и оптимальных факторов среды. Сравнение температурных оптимумов обитания видов разной зоогеографической принадлежности (табл. 1) и среднеемноголетних значений температуры воды в разных районах залива показало, что в мелководной зоне период пребывания

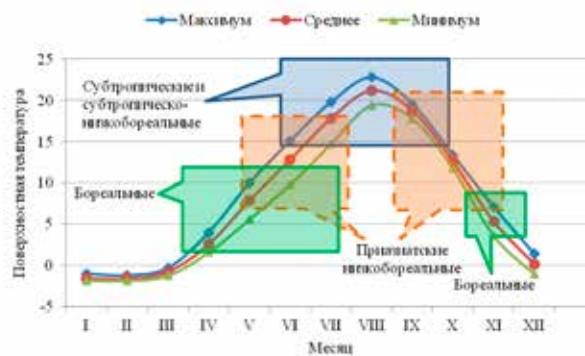


Рисунок 1. Оптимальные периоды температур обитания разных групп гидробионтов в заливе Петра Великого

Figure 1. Optimal periods of habitat temperatures for different groups of hydrobionts in Peter the Great Bay

Таблица 1. Температурные условия существования, оптимальные температуры и температуры размножения (нереста) различных биогеографических групп моллюсков, °C [8] /

Table 1. Temperature conditions of existence, optimal temperatures and breeding (spawning) temperatures of various biogeographic groups of mollusks, °C [8]

Биогеографическая принадлежность	Температура, °C					Оптимум обитания*	Температура размножения**
	Северная граница ареала		Южная граница ареала				
	летом	зимой	летом	зимой			
Тихоокеанские приазиатские субтропические и субтропическо-низкобореальные виды	16-20	<0	27	16-18	16-20	14-20	
Тихоокеанские приазиатские низкобореальные виды	14	<0	24	6	6-14	6-14	
Тихоокеанские широкобореальные виды	8	<0	20	2-10	2-10	2-8	
Тихоокеанские высокобореальные виды	8	<0	10	1	1-8	0,5-4	

* – на основании анализа температур на краях ареалов; ** – по литературным данным

в температурном оптимуме наименее продолжителен для бореальных видов – около 90 дней в год (рис. 1). Для субтропическо-низкобореальных видов он достигает 120-140 дней. И наиболее длителен период оптимальных температур для низкобореальных видов (170-180 дней в год). Именно с последними достигается и наибольший успех в культивировании.

Из-за продолжительного зимнего периода биотический потенциал субтропических и субтропическо-низкобореальных видов реализуется не полностью, так как биокинетическая зона (температуры, стимулирующие процессы обмена и роста) этих видов лежит в диапазоне температур 10-25°C, которые наблюдаются с мая по октябрь в заливах Посыета, Амурский, Уссурийский и с июня до середины октября – в восточной части залива Петра Великого.

Культивирование таких видов предпочтительно в западных районах (мелководных, хорошо прогреваемых заливах второго порядка), с более продолжительным теплым периодом и более высокой температурой воды (данные на-

блюдений на станциях Посыета и Владивостока) (табл. 2).

Это подтверждается расположением наиболее крупных поселений субтропических видов в заливе, которые расположены в районах со среднегодовой температурой воды свыше 8°C. Но даже в этих районах, при экстенсивном (пастбищном) культивировании субтропических видов, будет реализовываться менее 50% потенциально возможной скорости роста. Так, у моллюска анадары этот показатель составит лишь 34% [5]. Замедление роста наблюдается и у субтропическо-низкобореального вида – дальневосточного трепанга. Промысловых размеров эта голотурия в Желтом море достигает на третьем году жизни, в заливе Петра Великого – за четыре-пять лет. Успешность марикультуры субтропических видов в заливе, как и естественное пополнение их поселений, прямо зависят от межгодовой изменчивости абиотических факторов, прежде всего, температуры.

Достигнутые успехи в разведении низкобореального вида – приморского гребешка, товарная продукция которого в настоящее время составляет основу аквакультуры Приморья, во многом связаны с оптимальными для него условиями развития и роста. В более северных районах (например, в заливе Анива) выживаемость спата и темпы роста этого моллюска при культивировании ниже, особенно в первые 2-3 года жизни. Одновозрастные моллюски этого вида в заливе Петра Великого крупнее, чем в северной части ареала [11].

Следовательно, наиболее перспективными для культивирования в заливе Петра Великого являются низкобореальные виды, потенциалы роста у которых реализуются в полном объеме. Марикультура субтропических и субтропическо-низкобореальных видов возможна, но всегда будет подвержена существенным рискам, что сказывается на успешности воспроизводства и темпах роста объектов разведения.

Восточное побережье Приморья. Районы открытого восточного побережья Приморья мало изучены, с точки зрения пригодности для



марикультурного производства. До начала организации промышленного выращивания гидробионтов необходимо изучить особенности сезонного хода температуры воды, объем речного стока, волновую нагрузку на гидробиотехнические сооружения (ГБТС) и др. В отличие от залива Петра Великого, для восточного побережья Приморья характерен однообразный рельеф, открытые прямолинейные берега обрывисты, приглубы, окаймлены камнями. К полузакрытым акваториям в этом районе можно отнести заливы Ольги, Владимира и Рында; расположены здесь и несколько открытых бухт (Киевка, Соколовская, Моряк-Рыболов и др.).

В северо-западной части Японского моря соленость воды обычно превышает 30‰, а сезонные изменения поверхностной температуры воды лежат в диапазоне 0-20°C. Прямые наблюдения, выполненные в некоторых бухтах и заливах у восточного побережья, в целом подтверждают эти данные и уточняют особенности гидрологического режима. В заливе Владимира в июле максимальная температура достигает лишь 16-18°C, в юго-восточной части залива этот показатель в летний период еще ниже – 11,7°C; придонные температуры летом составляют не более 11 С [2]. В 2001-2002 гг. поверхностные значения температуры воды в этом районе не превышали в августе 17°C. В бухтах Киевка, Мелководная и Соколовская средне-многолетние значения поверхностной температуры воды в середине августа составляют 18-19°C, снижаясь уже в первой половине сентября до 15-16°C.

Описанные термические условия не лимитируют товарного выращивания низкобореальных и бореальных видов моллюсков, следовательно, рассматриваемая акватория (с учетом данного критерия) может использоваться для развития этого направления индустриальной марикультуры. Однако нерест приморского гребешка в этих районах наблюдается на 30-40 дней позже, чем в заливе Петра Великого. Понижение температуры воды осенью до значений, выходящих из биокинетической зоны вида, происходит когда сеголетки моллюска имеют еще незначительные размеры. Такие особенности требуют изменений в технологиях коллекторного сбора молоди и садкового выращивания моллюсков.

В южноприморском районе у восточного побережья Приморья существуют и скопления субтропических низкобореальных видов. Поселения дальневосточного трепанга отмечены в заливе Владимира, бухтах Киевка, Мелководная, Соколовская. Существование вида в этой части ареала возможно, но его промышленное разведение

(и это подтвердила практика) будет малоэффективно. Особенностью биологии размножения трепанга в этой части ареала является более слабое развитие гонад: величина гонадного индекса в период нереста не превышала 16%, тогда как в заливе Петра Великого она лежит в диапазоне 22-30%. Относительно низкой была и плодовитость самок: при гонадном индексе 10-15% она не превышала 3-5 млн яйцеклеток [10]. Биологический анализ показал также, что не все половозрелые особи ежегодно участвуют в нересте: не выметанные гонады после окончания нерестового периода были обнаружены почти у 30% животных. Термические условия сказываются и на скорости роста этих иглокожих, которые в заливе Владимира и в бухтах южно-приморского района достигают промысловых размеров на 5-7 год.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗВЕДЕНИЯ В ПРИМОРЬЕ

Перечисленные выше, пять современных объектов марикультуры Приморья можно отнести к традиционным, так как их культивирование осуществляется в регионе уже несколько десятилетий. В последние 5-6 лет хозяйства края увеличили объемы товарного производства и стали использовать заводскую технику получения посадочного материала (табл. 3) [7].

Обозначенные руководством отрасли, перспективные необходимые увеличения продукции марикультуры в РФ в ближайшие годы не достижимы без изменения технологического обеспечения аквакультуры. В настоящее время в Приморье идет создание индустриальной базы марикультуры: заводов для получения посадочного материала, садковых комплексов для выращивания товарной продукции беспозвоночных; создан и научно-производственный центр для разработки и внедрения в практику новых технологий.

Но основную часть молоди, обеспечивающей выращивание товарной (реализованной) продукции пока получают за счет сбора природного спата моллюсков. Вместе с тем, возможности увеличения продукции, за счет применения этого метода, для большинства объектов практически исчерпаны.

Обеспечить растущие потребности хозяйств марикультуры в посадочном материале может заводское разведение. Однако эта техника культивирования в Приморье осваивается не так давно и весьма медленно, что неудивительно, так как и строительство, и эксплуатация заводских модулей требуют немалых финансовых вложений; создаются они только частными инвесторами без помощи со стороны государства. В Хасанском

Таблица 2. Средние многолетние значения температуры воды в разных районах [7] / **Table 2.** Average long-term values of water temperature in different regions [7]

Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Посыет	-1,6	-1,6	-0,3	4,8	11,1	16,6	21,0	23,1	19,5	12,4	4,2	-0,9	9,0
Владивосток	-1,5	-1,5	-0,6	3,0	8,6	14,3	19,0	21,6	19,2	13,2	5,8	0,3	8,4
Находка	-1,7	-1,7	-0,5	3,0	7,8	12,6	17,2	19,8	17,1	10,6	4,2	-0,1	7,4

Таблица 3. Некоторые характеристики традиционных объектов марикультуры Приморья /
Table 3. Some characteristics of traditional mariculture facilities in Primorye

Объект разведения	Технология разведения		Реализованная продукция в 2010-2018 гг., тыс. т	Виды продукции
	действующие	разрабатываемые		
Мидия тихоокеанская, широкобореальный вид	Коллекторный сбор спата, промышленное выращивание	---	0,08-0,5	В охлажденном и замороженном виде (в створках, на одной створке, мясо мидии), консервы, пресервы
Приморский гребешок, т/о, приазиатский, низкобореальный вид	Коллекторный сбор спата, садковое и пастбищное выращивание	Заводское получение молоди (спата)	0,3-1,0	Живой гребешок, свежемороженый гребешок на створке, филе (мускул) гребешка охлажденное или свежемороженое
Тихоокеанская (гигантская) устрица, субтропическо-низкобореальный вид	Коллекторный сбор спата, промышленное выращивание	Заводское получение молоди (спата)	0,02-0,3	В живом виде, на створке, консервы, пресервы
Дальневосточный трепанг, субтропическо-низкобореальный вид	Заводское получение молоди, пастбищное выращивание	---	0,02-0,1	В живом, охлажденном виде, варено-мороженом и сушеном, а также в виде порошка БАДов из трепанга
Ламинария японская, низкобореальный приазиатский вид	Плантационное выращивание, получение рассады в заводе	Заводской способ получения рассады теплоустойчивой формы	0,3-1,5	Шинкованная мороженая и сушеная морская капуста, консервы, пресервы, сырье для получения альгинатов, йода, БАДов

районе Приморья на переоборудование уже имеющихся помещений под цеха, для получения 30 млн экз. молоди трепанга, было потрачено порядка 500 тыс. долл. США, а на строительство нового завода мощностью до 7 млн экз. молоди трепанга, обслуживание которого ежегодно обходится предприятию в 200 тыс. долларов, ушло 50 млн рублей.

На современном этапе благоприятные условия естественного воспроизводства, для применения экстенсивного способа культивирования, в заливе Петра Великого наблюдались в течение ряда лет только для *тихоокеанской мидии*. Этот моллюск – типичный обитатель различных субстратов. Особенности биологии размножения (растянутый нерест), наличие в течение года длительных периодов с оптимумами абиотических факторов и большое количество антропогенных субстратов обеспечивало виду успешное воспроизводство. Высокая численность личинок в планктоне и спата на коллекторных установках является предпосылкой для получения необходимого количества товарной продукции в природных условиях, не требуя применения заводского способа получения молоди. Однако в разных районах залива Петра Великого необходимо соблюдать технологические особенности разведения мидии, к которым относятся выбор оптимальной глубины для постановки коллекторов, регулирование численности спата на субстратах, предотвращение осыпания сеголеток в холодный период и другие условия.

Разведение мидий широко распространено в мире, к основным культивируемым видам, наряду с тихоокеанской, относятся съедобная (*Mytilus edulis*) и средиземноморская (*Mytilus*

galloprovincialis) мидии. Во всех регионах основную продукцию моллюсков получают за счет их естественного воспроизводства, до 95% мидийного спата во всем мире собирают в дикой природе (capture-based aquaculture). Заводские технологии для этой группы моллюсков существуют, но применяются очень ограниченно. Продукция мидии (в створках, на одной створке, мясо мидии) поставляется на рынки в охлажденном и замороженном виде; из мяса мидии изготавливают различные консервы и пресервы. Мелкая мидия используется для получения кормовых добавок и гидролизатов, створки мидии могут перерабатываться для получения кормовых добавок в сельском хозяйстве.

Объемы получаемой продукции мидии в Приморье относительно невелики. Рост производства сдерживает трудоемкий процесс обработки выращенных моллюсков, для повышения эффективности которого используются современные технологические комплексы. Они обеспечивают механизацию всех основных этапов (сортировка урожая, очистка и переработка полученной продукции). В Приморском крае существует только один такой перерабатывающий комплекс.

Сдерживает рост производства ограниченный объем доступных рынков сбыта продукции. Зарубежные азиатские рынки в настоящее время насыщены мидией собственного производства. Этот моллюск является одним из недорогих объектов марикультуры и наиболее доступен широкому кругу покупателей. Невысокая себестоимость мидии может способствовать ее продвижению на внутреннем рынке РФ, где оптовая цена разных

видов продукции колеблется от 225 до 800 руб./кг: «Мидия в створках (на одной створке)» – от 225 до 767 руб./кг, мясо мидии – 280-290 руб./кг, мидии в масле (пресервы) – 380-395 руб./кг. Однако потребности местного рынка невелики, так как даже в приморских районах спрос на морепродукты ограничен из-за низкой покупательской способности и кулинарных предпочтений русского населения. В европейской части России продукция моллюсков может быть востребована в ресторанном бизнесе, но ее проще доставить из Норвегии или Чили. В результате, в настоящее время основная часть мидии на российском рынке представлена импортной продукцией.

Общее производство мидий в мире в 2013-16 гг. составило 1768-1900 тыс. т, из которых на перечисленные виды приходилось свыше 50% (1255-1382 тыс. т). В Приморском крае в последние годы производится 0,3-0,8 тыс. т тихоокеанской мидии. Значительное увеличение производства хозяйствами Приморья возможно при условии преодоления вышеперечисленных проблем.

Приморский гребешок. Культивирование приморского гребешка широко распространено в Приморье и считается прибыльным. В настоящее время оно осуществляется за счет спата, собираемого на коллекторы в разных районах залива Петра Великого. Недостатком этого метода является крайняя нестабильность интенсивности оседания и выживаемости спата, вплоть до полной утраты урожая (по разным причинам), как это отмечается в заливе Посёта каждые 3-4 года. Это является одним из основных факторов, сдерживающих рост товарной продукции.

В сложившейся ситуации, для обеспечения марихозяйств края посадочным материалом, работы ведутся по нескольким направлениям. В научно-производственном центре на о. Попова продолжается работа по созданию отечественной заводской технологии получения молоди гребешка, адаптированной к условиям региона. Достигнутые результаты позволяют надеяться на скорое внедрение этой технологии и рост производства в ближайшие годы.

В 2018-19 гг. в Приморье начались поставки посадочного материала из-за рубежа – завезено около 1млрд экз. спата приморского гребешка, произведенного на заводах КНР. Моллюски расселены для товарного выращивания в садках у восточного побережья Приморья. Первый такой опыт оказался не совсем удачным из-за высокой смертности спата и моллюсков в возрасте 1+- 2 года.

Руководители двух предприятий, имеющих наземные модули, привлекают к работе китайских специалистов для организации заводского производства молоди моллюсков. Еще в одном хозяйстве заканчивается строительство цеха мощностью до 100 млн экз. спата в год по китайскому проекту. В ближайшие годы общее количество спата, получаемого в заводских условиях на предприятиях края может достичь 200-300 млн экз. в год. Для сравнения отметим, что все хозяйства Приморского края ежегодно собирают коллекторным способом в среднем не более 50-80 млн экз. спата гребешка.

Основные виды продукции – живой гребешок, свежемороженый гребешок без створок, свежемороженый гребешок на створке, филе (мускул) гребешка охлажденное или свежемороженое. Створки гребешка используются в марикультуре в качестве субстратов для оседания спата устрицы и перерабатываются на кормовые добавки для птицеводства и животноводства. Средняя оптовая цена на свежемороженую продукцию из гребешка на приморском рынке в 2018-19 гг. составляла 1650 руб./кг. На фоне умеренных затрат на переработку это обеспечивает высокую рентабельность производства.

В мировом производстве гребешков товарная продукция вида *Mizuhopecten yessoensis* составляет в последние годы менее 20%. Основным его поставщиком на мировом рынке является Япония, чьи объемы культивирования в 2010-18 гг. составили 118-280 тыс. т моллюсков. Значительный интерес к марикультуре приморского гребешка проявляет Южная Корея, специалисты которой разработали глубоководную технологию культивирования этого объекта. В небольших объемах живой гребешок из Приморья поставляется в Южную Корею и КНР. Имеющиеся данные свидетельствуют о возможности наращивания поставок отечественной продукции на эти рынки.

Производство гребешка в последние годы в Приморье изменялось от 0,3 до 1,5 тыс. тонн.



Расчеты, выполненные с учетом приемной емкости для этого вида, показали, что только в заливе Петра Великого, без ущерба для его экосистемы, может ежегодно производиться до 60-80 тыс. т этого моллюска. Предпринимаемые усилия должны привести к увеличению его продукции, расширить ее ассортимент и насытить рынки.

Тихоокеанская устрица выращивается во многих странах мира. У российских берегов, помимо Приморья, естественные поселения этого субтропическо-низкобореального вида существуют на Сахалине в лагуне Буссе и бухте Лососей. Коллек-

товарного выращивания моллюска и нарастить объемы культивирования, без ущерба для небольших по площади акваторий, прилегающих к природным устричникам.

Мировое производство тихоокеанской устрицы в 2010-16 гг. составило 641-574 тыс. тонн. Лидерами производства являются Южная Корея (283 тыс. т), Япония (184 тыс. т), Франция (75 тыс. т), США (29 тыс. т) и Тайвань (25 тыс. т). Несмотря на столь значительные объемы продукции, на мировом рынке сохраняется устойчивый спрос на устрицу. В последние годы возрос спрос



торный сбор молоди в природе во всех этих районах нестабилен и не обеспечивает промышленного разведения. Несколько последних лет наблюдаются неурожайные годы для сбора спата этого вида на всей акватории залива Петра Великого; для массового получения молоди тихоокеанской устрицы необходима технология ее заводского культивирования, адаптированная к местным условиям.

Первые успехи в этом направлении достигнуты на экспериментальном производстве ТИНРО на о. Попова: получено и доведено до стадии оседания несколько партий личинок, из заводской молоди выращены годовалые моллюски. Для тихоокеанской устрицы необходимо не только улучшить и адаптировать к условиям Приморья технологию получения осевшей молоди, но и разработать методику её промежуточного и товарного подращивания в разных районах побережья Приморья. Это позволит значительно расширить полигоны

на устрицу и в нашей стране. Однако собственное производство в Приморье за последние годы не превышало 0,1 тыс. тонн.

Выращенная устрица может поставляться на рынок в живом виде (эти моллюски хорошо переносят осушение и транспортировку), либо в виде консервов и пресервов. Качество мяса зависит от условий выращивания. Устрицы различают по товарным категориям. Наиболее востребованы в Европе моллюски весом от 80 до 100 г, в России от 100 до 120 граммов. Оптовая цена устрица на внутреннем рынке составляет около 550 руб./кг (по другим данным – 82 руб./шт.). Несмотря на рост себестоимости производства в последние годы, выращивание устриц для внутреннего рынка считается высокорентабельным.

Дальневосточный трепанг – один из наиболее ценных видов голотурий, добываемых в странах Азии, его продукция относится к высокой товарной категории. Заводы, появившиеся в Приморье

после 2003 г., осваивали в первую очередь технику получения молоди трепанга. В настоящее время 5-6 предприятий ежегодно выпускают молодь трепанга в количестве 10-15 млн экземпляров. Считается, что спрос на товарную продукцию трепанга в последние годы снизился, соответственно, предприятия не увеличивают производство его посадочного материала и частично переориентируются на выпуск молоди гребешка.

Основным производителем и потребителем трепанга в мире является Китай. С 2010 по 2016 г. производство трепанга здесь выросло со 130 до 205 тыс. т, что, по данным ФАО, составляет более 90% производимой в мире продукции дальневосточного трепанга. Цена трепанга на мировом рынке формируется преимущественно под влиянием рынка Китая. Стоимость высококачественного сушеного трепанга китайского производства составляет 500-590 долл./кг, стоимость сушеного трепанга японского производства, наиболее близкого по своим показателям к обитающему в российских водах, может достигать 1400-1500 долл./кг (www.alibaba.com).

Трепанг поступает на рынки в живом, охлажденном, варено-мороженом и сушеном виде, а также в виде порошка из трепанга. На отечественном рынке спросом пользуется так называемый «трепанг на меду» – смесь свежего трепанга с медом в соотношении 1/1. Кроме того, трепанг и продукты его переработки могут использоваться как основа для пищевых добавок. Спрос на трепанга на отечественном рынке пока незначителен. Цена сушеного трепанга в России – около 25 тыс. руб./кг, в живом виде – 1800-2200 руб./кг. Стоимость такой продукции как «трепанг на меду» изменяется от 1450 до 3600 руб./кг.

Сахарина (ламинария) японская – одна из основных промысловых водорослей на Дальнем Востоке. Экстенсивная технология культивирования этого объекта в российских водах хорошо отработана. Цикл разведения составляет около двух лет. В сентябре-октябре осуществляется опосредованное искусственных субстратов, которые размещают на подвесных плантациях в море, следующей весной, по мере роста, производится пересадка и разреживание проростков. На второй год выращивания в мае-июле ведется сбор урожая. Культивирование ламинарии эффективно преимущественно в холодноводных районах, так как при температуре воды выше 20°C происходит разрушение слоевищ. В последние годы на о. Попова ведутся экспериментальные работы по получению в заводских условиях рассады теплоустойчивых форм ламинарии.

Технология культивирования ламинарии в одногодичном цикле – это пример интенсивного получения посадочного материала и последующего его выращивания до товарной продукции. В данном случае рассаду ламинарии выращивают в искусственных условиях, контролируя концентрации питательных веществ и потоки энергии. Технология культивирования ламинарии, включающая заводское получение рассады впервые была апробирована на базе

цеха в п. Глазковка (Инструкция по выращиванию рассады ..., 1992).

Ламинария пользуется спросом как на внешнем, так и на внутреннем рынках. Шинкованная мороженая и сушеная морская капуста применяются для приготовления широкого спектра продукции – по данным сайта www.fishnet.ru на отечественном рынке представлено свыше 40 наименований различных салатов на её основе. Промышленностью освоен выпуск широкого спектра пищевой продукции из ламинарии, она является ценным источником альгинатов и йода, используется при производстве БАД, способствует выведению из организма тяжелых металлов и радионуклидов.

По данным ФАО, в России в 2010-16 гг. добывали 5,916-6,937 тыс. т ламинарии, кроме того от 0,614 до 2,386 тыс. т выращивалось на марикультурных плантациях. За тот же период объем культивирования ламинарии японской в мире возрос с 5,15 до 8,22 млн т (из которых основная часть приходится на долю Китая). Несмотря на то, что в водах побережья Дальнего Востока существуют значительные естественные запасы ламинарии, расположение их в труднодоступных районах усложняет добычу и создает предпосылки для развития культивирования этого объекта. Стоимость ламинарии шинкованной на отечественном рынке составляет 20-40 руб./кг, цена салатов на основе этой водоросли составляет 120-200 руб./кг.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ В ПРИМОРЬЕ

Новым для Приморья объектом разведения может стать брюхоногий моллюск халиотис *Haliotis discus* (абалон, морское ухо). Этот субтропический вид и коммерчески высокоценный объект часто упоминается при разработке перспективных планов марикультуры. Привлекателен он тем, что современные технологии его культивирования позволяют проводить весь цикл получения товарной продукции в условиях цеха, без создания плантаций в береговой полосе. Для кормления может быть задействован ресурс, недоиспользуемый в настоящее время в дальневосточных водах – ламинария, в том числе отходы её переработки.

В Южной Корее для развития индустрии халиотиса была разработана технология выращивания теплоустойчивых сортов ламинарии, позволяющая круглогодично обеспечивать кормами существующие там многочисленные заводы. До 77% выращиваемой в республике ламинарии используется при культивировании морского уха.

В условиях Дальнего Востока обеспеченность кормами этого объекта, при заводском разведении, не вызывает сомнений. Однако на Дальнем Востоке природное поселение халиотиса обнаружено лишь в Сахалинской области (о. Монерон), откуда и возможна поставка производителей для заводов. В Приморье работы с этим объектом необходимо начинать с формирования маточного стада производителей. Существуют и перспективы создания бикультурных предприятий халиотиса совместно с

трепангом, первый опыт которых описан в литературе [19].

Производство халиотиса в мире составляет 128-130 тыс. т (2014 г.). Основным производителем является Китай, выращивающий около 115 тыс. т моллюсков. В Корее объемы производства достигают 9 тыс. тонн. Выход товарной продукции на заводах доходит до 3-5 кг/м² бассейнов. Моллюск поставляется на рынок в живом и замороженном виде, а также – консервах. В нашей стране потребителями этой продукции могут быть рестораны, ориентированные на приготовление морепродуктов. Стоимость халиотиса на мировом рынке существенно варьирует, в зависимости от размера и качества моллюсков, а также ситуации на рынке, составляя от 10 до 65 долл. США за 1 кг живого веса моллюсков.

Зарывающийся двустворчатый моллюск анадара (*Scapharca (Anadara) broughtoni*) – еще один объект, планы разведения которого периодически обсуждаются в марикультурном сообществе Приморья. Как отмечалось выше, у этого субтропического вида, образующего в заливе Петра Великого скопления в вершинах заливов второго порядка, эффективность воспроизводства и скорость роста существенно ниже таковых в южных частях его распространения. Для субтропических видов, адаптировавшихся к условиям северной части ареалов, изъятие даже незначительного (с коммерческой точки зрения) количества особей приводит к быстрому снижению биомассы и численности скоплений. В результате непродолжительного промысла с 1999 по 2003 гг. запасы анадары в Уссурийском заливе сократились более чем в полтора раза – с 3,40 до 2,08 тыс. т, и уже в 2004 г. был введен запрет на ее промышленное изъятие. Более поздние исследования показали, что у популяции этого вида в заливе Петра Великого показатели среднегодового пополнения и естественной смертности практически сбалансированы [14]. Поэтому любое промысловое изъятие моллюсков приводит к эквивалентному снижению запаса. Кроме того, с открытием промысла в поселениях уменьшается доля коммерчески ценных размерных групп моллюсков и растет количество мертвых особей, а также численность морских звезд на промысловых участках. В результате снижается и величина уловов на усилие. Следовательно, марикультура этого вида может быть востребована не только для получения товарной продукции, но и для воспроизводства и поддержания природных поселений моллюсков в статусе промысловых. Но для ее развития необходимо создание заводских питомников и разработка хорошо спланированных направлений экспортной реализации продукции, так как внутренний спрос на моллюсков этого вида в ближайшие годы вряд ли будет высоким.

Еще две группы объектов, нередко предлагаемых для включения в перечень культивируемых – это прикрепленные виды гребешков (японский *Chlamys nipponensis* и Свифта (*Swiftopecten swiftii*) и несколько видов зарывающихся моллюсков (спизула, мактра, гуидак и др.).

Основные поселения японского гребешка ограничены акваториями на юго-западе залива Петра Великого; успех его естественного воспроизводства, как и иных субтропических видов в прибрежье Приморья, зависит от гидрологических условий текущего года. Соответственно оседание природного спата на коллекторы происходит далеко не каждый год даже в основном районе расположения поселений моллюска – заливе Посыета. За 15 лет – с 2001 по 2015 гг. – количество собранной на коллекторы молодежи японского гребешка оказалось здесь почти в 20 раз меньше, чем приморского [4]. Однако получение товарной продукции этого вида, как сопутствующего объекта при культивировании приморского гребешка, представляется полезным. Увеличение численности и биомассы скоплений за счет марикультуры будет способствовать и улучшению его естественного воспроизводства.

Подобные рассуждения можно привести и в отношении гребешка Свифта, с той разницей, что непериодические оседания молодежи на коллекторы этого низкорореального вида наблюдаются на востоке залива Петра Великого и у побережья Приморья восточнее мыса Поворотный. В заливе Петра Великого моллюск не образует сколько-нибудь значимых скоплений, встречается с низкой плотностью (2-4 г/м²) и занимает незначительные площади. В северном Приморье средняя плотность поселений составляет 20 г/м². Ресурсы данного вида не рекомендованы к промышленному изъятию [15]. В марикультуре этот объект может использоваться как сопутствующий при культивировании приморского гребешка.

Для всех видов зарывающихся моллюсков технологий разведения, адаптированных к условиям Приморья, в настоящее время не существует. Работы в этом направлении не ведутся, так как природные ресурсы моллюсков не полностью осваиваются промыслом, что свидетельствует о низкой востребованности объектов на рынке. Для начала работ по созданию технологий отсутствуют и необходимые данные по биологии размножения. В настоящее время предпосылки, для включения таких объектов в перечень перспективных для культивирования в Приморье, незначительны, а разработка соответствующих технологий требует предварительных научных исследований по нескольким направлениям. С другой стороны, в некоторых районах отмечаются случаи массового оседания зарывающихся моллюсков, например, гуидака *Rapora japonica*, на гребешковые садки. Поэтому для обеспечения возможности проведения исследований по разработке технологий культивирования этого объекта, есть смысл включения его в «Классификатор...».

К потенциальным объектам разведения можно отнести пурпурную и бугорчатую асцидии. Эти объекты пользуются большим спросом на рынке Южной Кореи. В России эти объекты используются для получения биологически активных добавок (БАД). В прибрежных водах Приморья неоднократно отмечались случаи массового оседания их на искусственные субстраты и гидробиотехниче-

ские сооружения. Благодаря особенностям биологии этого вида (лецитотрофная личинка), технология искусственного получения этого объекта достаточно проста и, после уточнения сроков размножения, может быть адаптирована в наших водах. Искусственное получение асцидии является относительно дешевым, и, несмотря на наличие природных запасов этих объектов, может быть эффективным источником получения дополнительной продукции хозяйствами марикультуры.

Один из наиболее ценных коммерческих видов иглокожих – *серый морской еж (Strongylocentrotus intermedius)* – пользуется большим спросом в странах юго-восточной Азии, в первую очередь – в Японии; в последние годы возросло потребление этого объекта в Китае. В прибрежье России существуют значительные запасы этого вида морских ежей, однако активная эксплуатация естественных поселений привела к тому, что в настоящее время они уменьшились почти в два раза. Активный промысел требует принятия мер, направленных на поддержание численности и структуры скоплений этих гидробионтов.

В Приморье выполнены предварительные исследования по технологиям разведения морских ежей нескольких типов – заводского получения молоди, повышения товарных качеств морских ежей на полигонах. Завершенных и внедренных разработок пока не существует, но имеющиеся материалы, после уточнения и доработки, могут быть положены в основу соответствующих инструкций.

Основным способом культивирования серого морского ежа является получение его молоди в заводских условиях с последующим подращиванием до товарного размера на донных плантациях. В настоящее время во многих странах эхинокультура стала специализированной отраслью марикультуры. Наибольшие успехи в этой области достигну-

ты в Японии. Работы по промышленному получению молоди морских ежей проводятся также в Китае и Южной Корее. На рынки поставляется как морской еж в живом виде, так и его обработанная икра. Цена морского ежа зависит от товарных качеств, в первую очередь – величины гонадного индекса (доля массы икры от общей массы животного) и цвета гонад. На японских рынках цена первичного предъявления для ежа с гонадным индексом 20% составляет 7-10 долл./кг, с гонадным индексом 12% – 4-6 долл./кг. Однако стоимость культивирования этого объекта достаточно высока. В Японии, при минимальных логистических затратах, культивирование ежа осуществляется благодаря наличию правительственных и муниципальных субсидий. Повысить эффективность культивирования серого ежа возможно удастся при использовании мощностей, создаваемых в восточных районах края, гребешковых заводов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Приведенные характеристики экологических условий марикультурной зоны Приморья показывают, что значительные акватории прибрежья Приморья остаются малоизученными для создания на их площадях плантаций. В практической деятельности марихозяйств не хватает гидрологической информации для конкретных акваторий. Она необходима для принятия оперативных решений при работе на плантациях и для оценки физической емкости водоемов [18], под которой понимается площадь акватории, соответствующая требованиям аквакультуры определенного типа для конкретных объектов и зависящая от совпадения гидрологических и гидрохимических условий и потребностей культивируемых видов. Величина физической емкости водоема зависит и от техники разведения, так как площади, пригодные для подвешного культивирования, не всегда подходят

Таблица 4. Оценка перспектив культивирования некоторых видов гидробионтов в Приморье / **Table 4.** Assessment of the prospects for the cultivation of some species of hydrobionts in Primorye

Объект разведения	Изученность биологии	Наличие природных поселений	Потенци роста	Наличие техники разведения	Цена продукции*	Возможность реализации за рубежом	Эффективность продаж на рынке РФ
Трепанг	+	+	±	+	В	+	±
Гребешок приморский	+	+	+	+	В	+	+
Гребешок японский	±	±	±	-	С	±	+
Гребешок Свифта	±	+	±	-	С	?	+
Мидия т/о	+	+	+	+	С	-	+
Устрица	+	+	+	+	С	+	+
Анадара	±	+	±	-	С	+	±
Халиотис	-	-	±	-	В	+	±
Спизула	±	+	?	-	С	?	-
Гуидак	-	+	?	-	В/С	±	±
Ламинария	+	+	+	+	Н	±	±

*Примечание: В – высокая; С – средняя; Н – низкая

для создания донных плантаций, вследствие батиметрических или гидродинамических ограничений и наоборот. Для определения продукционной и экологической категорий приемной емкости необходима оценка дополнительных параметров, таких как содержания органического углерода, концентрации хлорофилла, интенсивности осадконакопления и других.

Анализ и характеристика объектов, разведение которых осуществляется или обсуждается в региональных сообществах мариоводов, свидетельствуют о том, что основная продукция марикультуры в ближайшее десятилетие может быть получена только за счет основных, уже культивируемых, видов (табл. 4). Отсутствие технологий для многих гидробионтов, культивирование которых на первый взгляд кажется необходимым, объясняется не только неуспехами или отсутствием научных исследований, но и вполне объективными причинами. Во-первых, это экологические особенности марикультурной зоны Приморья, условия которой не могут обеспечить эффективного роста, например, субтропических видов. Их существование на небольших акваториях в пределах залива Петра Великого не означает возможностей широкомасштабного разведения. Значительные площади акваторий у восточного побережья Приморья малопригодны и для марикультуры субтропическо-низкобореальных видов, продуктивность плантаций которых всегда будут здесь меньше, продолжительность выращивания дольше, а себестоимость продукции – выше, чем в более тепловодных регионах. Тем не менее, включение в «Классификатор...» некоторых объектов является целесообразным. Расширение списка культивируемых видов позволит уменьшить экономические риски предприятий за счет диверсификации производства, а изменения ситуации на зарубежном рынке, на который в основном сориентирована дальневосточная марикультура, может сделать экономически целесообразным культивирование новых объектов.

В ближайшей перспективе для расширения промышленной марикультуры наибольшее развитие должно получить культивирование низкобореальных видов, в первую очередь – приморского гребешка. Получение дополнительной продукции от оседания в урожайные годы на гидротехнические установки сопутствующих ему видов (гребешков японского или Свифта) необходимо признать действенным методом. Следовательно, гребешок *Chlamys nipponensis* необходимо включить в «Классификатор в области аквакультуры (рыбоводства)». По мере решения проблемы получения посадочного материала, перспективным представляется и увеличение площадей полигонов товарного выращивания устрицы у побережья Приморья.

Культивирование иглокожих также является важной составляющей дальневосточной марикультуры. Эти стеногалинные гидробионты не могут быть объектами разведения на юге (Черное море) и западе (Балтийское море) страны,

где не существует условий для их выживания. Сами же объекты на азиатских рынках относятся к высокой товарной категории, имеют высокую стоимость. В качестве биологически активных добавок продукция из голотурий и морских ежей уже широко представлена на отечественном фармакологическом рынке и пользуется повышенным спросом у потребителей. Развитие эхинокультуры у побережья Приморья может стать уникальным дальневосточным направлением.

Действенным способом увеличения товарной продукции марикультуры безусловно является создание заводского производства посадочного материала. Однако в условиях малонаселенного Дальнего Востока следует оценить необходимое и достаточное количество предприятий для получения молоди гидробионтов, так как их работа связана с эксплуатацией высокотехнологичного оборудования и привлечением специалистов-технологов.

Международная практика показывает, что аквакультура в своем развитии движется в сторону производства больших объемов всего нескольких видов и большого количества малых объемов разных видов для местных рынков. По-видимому, производить продукцию марикультуры в больших объемах позволят перечисленные, традиционные для Дальнего Востока объекты разведения, разнообразить же местные рынки смогут перспективные для разведения объекты, такие как морские ежи, моллюск халиотис и другие объекты.

Сдерживающими факторами роста товарной продукции, за счет увеличения производства традиционных видов марикультуры, могут быть: ограниченные потребности внутреннего рынка в дорогостоящей продукции беспозвоночных из-за невысокой покупательской способности населения; конкуренция на внешнем рынке; высокие риски при увеличении экспорта продукции марикультуры, необходимость предварительных маркетинговых исследований для ее продвижения.

Вместе с тем, увеличение только объема товарной продукции едва ли может рассматриваться как цель развития отечественной марикультуры. Будучи ориентированной преимущественно на внешний рынок, марикультура не может быть поставщиком повседневной пищи для отечественного рынка. Более целесообразно оценивать эффективность марикультуры по объему налоговых отчислений, и что еще более важно для Дальнего Востока – по её социально-экономической роли. Расширение спектра культивируемых объектов должно помочь экономическому становлению хозяйств марикультуры, решению вопроса занятости населения и, наряду с прибрежным промыслом, способствовать развитию прибрежных районов края. При этом объем выращиваемой продукции должен тщательно оцениваться с точки зрения приемной емкости прибрежных вод и не нанесения ущерба прибрежным сообществам.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Акулин В.Н. Проблемы освоения биоресурсов и развития марикультуры в прибрежных районах Дальнего Востока. / В.Н. Акулин, В.Б. Ерухимович, С.Е. Поздняков // Известия ТИНРО. – 2009. – Т.159. – С.401-414.
1. Akulin V.N. Problems of bioresources development and mariculture development in the coastal regions of the Far East. / V. N. Akulin, V. B. Erukhimovich, S. E. Pozdnyakov // Izvestiya TINRO. – 2009. – Vol. 159. – p. 401-414.
2. Брегман Ю.Э. О работе в шельфовой зоне Японского моря (Приморье) от залива Посыета до залива Владимир с 21 июля по 25 сентября 1986 г.: Отчет о НИР // ТИНРО, № 19949. – Владивосток, 1986. – 47 с.
2. Bregman Yu.E. On work in the shelf zone of the Sea of Japan (Primorye) from the Gulf of Posyeta to the Gulf of Vladimir from July 21 to September 25, 1986: Report on research // TINRO, No. 19949. – Vladivostok, 1986. – 47 p.
3. Волвенко И.В. Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоэкологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке. // Известия ТИНРО. – 2003. – Т.132. – С.27-42.
3. Volvenko I.V. Morphometric characteristics of standard biostatistical areas for biocenological studies of the fishing zone of Russia in the Far East. // News of TINRO. – 2003. – Vol. 132. – p. 27-42.
4. Гаврилова Г.С. Результаты хозяйственной деятельности и проблемы развития марикультуры залива Посыета (Японское море) в 2000-2015 гг. / Г.С. Гаврилова, Е.С. Кондратьева // Изв. ТИНРО. – 2018. – Т.195. – С.229-243.
4. Gavrilova G.S. Results of economic activity and problems of mariculture development in the Posyeta Bay (Sea of Japan) in 2000-2015 / G.S. Gavrilova, E.S. Kondratieva // Izv. TINRO. – 2018. – T. 195. – p. 229-243.
5. Гаврилова Г.С. Перспективы культивирования анадара Броутона в заливе Петра Великого (Японское море) экстенсивным методом / Г.С. Гаврилова, А.В. Кучерявенко, О.Б. Гостюхина, С.А. Ляшенко // Вопросы рыболовства. – 2011. – Т.12. – №3(47). – с.66-73.
5. Gavrilova G.S. Prospects of cultivation of Anadara Broughtoni in the Gulf of Peter the Great (Sea of Japan) by an extensive method / G.S. Gavrilova, A.V. Kucheryavenko, O.B. Gostyukhina, S. A. Lyashenko // Voprosy rybolovstva. – 2011. – T. 12. – №3(47). – p. 66-73.
6. Гаврилова Г.С. Результаты и перспективы культивирования приморского гребешка Mizuhopecten yessoensis в заливе Владимир (Японское море) / Г.С. Гаврилова, А.В. Кучерявенко, А.М. Одинцов // Известия ТИНРО – 2006 г. – т.147 – С. 385-396.
6. Gavrilova G.S. Results and prospects for the cultivation of the Japanese scallop Mizuhopecten yessoensis in the Gulf of Vladimir (Sea of Japan) // G.S. Gavrilov, A.V. Kucheryavenko, A.M. Odintsov // Izvestiya TINRO – 2006. – vol. 147 – P. 385 to 396.
7. Гаврилова Г.С. Современная эффективность прибрежного промысла и марикультуры беспозвоночных в Приморье (Японское море). / Г.С. Гаврилова, И.Ю. Сухин // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 6. – С.95-103.
7. Gavrilova G.S. Modern efficiency of coastal fishing and invertebrate mariculture in Primorye (Sea of Japan). / G.S. Gavrilova, I.Yu. Sukhin // Rybnoe khozyaistvo. – 2019. – No. 6. – pp. 95-103.
8. Гайко Л.А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море): монография. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 151 с.
8. Gaiko L.A. Features of the hydrometeorological regime of the coastal zone of the Peter the Great Bay (Sea of Japan): monograph. – Vladivostok: Dalnauka, 2005. – 151 p.
9. Голиков А.Н. Об определении оптимальных температур обитания морских пойкилотермных животных путем анализа температурных условий на краях их ареалов / А.Н. Голиков, О.А. Скарлато // Докл. АН СССР, 1972. – Т.203, – №5. – С.1190-1192.
9. Golikov A.N. On determining the optimal habitat temperatures of marine poikilothermic animals by analyzing the temperature conditions at the edges of their ranges / A. N. Golikov, O. A. Scarlato // Dokl. AN SSSR, 1972. – Vol. 203, – No. 5. – P. 1190-1192.
10. Инструкция по технологии получения жизнестойкой молоди трепанга в заводских условиях / сост. Н.Д. Мокрецова. Г.И. Викторовская и др.; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2012. – 81 с.
10. Instructions for the technology of obtaining resilient trepang juveniles in factory conditions // comp. N D. Mokretsova. G.I. Viktorovskaya et al.; Pacific Research Fisheries Center. – Vladivostok: TINRO-Center, 2012. – 81 p.
11. Карпевич А.Ф. Потенциальные свойства гидробионтов и их реализация в аквакультуре // Биологические основы марикультуры. М: ВНИРО – 1998. – С.78-100.
11. Karpevich A.F. Potential properties of hydrobionts and their implementation in aquaculture // Biological bases of mariculture. M: VNIRO-1998. – p. 78-100.
12. Кучерявенко А.В. Перспективы культивирования приморского гребешка Mizuhopecten yessoensis в заливе Анива (Охотское море) / А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, С.А. Ляшенко и др. // Изв. ТИНРО. – 2006. –Т.147. – С.374-384.
12. Kucheryavenko A.V. Prospects for the cultivation of the Primorye scallop Mizuhopecten yessoensis in the Aniva Bay (Sea of Okhotsk). / A.V. Kucheryavenko, G.S. Gavrilova, S.A. Lyashenko // 2006. – Vol. 147. – p. 374-384.
13. Мокрецова Н.Д. Состояние марикультуры и перспективы ее развития в морях Дальнего Востока // Материалы совещания «Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России». – 1988. – М: ВНИРО. – С. 203-209.
13. Mokretsova N.D. The state of mariculture and prospects for its development in the seas of the Far East // Materials of the meeting "The state and prospects of scientific and practical developments in the field of mariculture in Russia". – 1988. – M: VNIRO. – p. 203-209.
14. Олифиренко А.Б. Условия формирования поселений двусторчатого моллюска Anadara broughtoni в заливе Петра Великого (Японское море) // Изв. ТИНРО. 2007. Т.149. С.141-171.
14. Olifirenko A.B. Conditions for the formation of settlements of the bivalve mollusk Anadara broughtoni in the Gulf of Peter the Great (Sea of Japan). 2007. – T. 149. – Pp. 141-171.
15. Седова Л.Г. Ресурсы гребешка Свифта в прибрежье Приморского края / Л.Г. Седова, Д.А. Соколенко // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (24–26 марта 2015 г.). – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 132-135.
15. Sedov L.G., Sokolenko D.A. Resources scallop swift in the coast of Primorsky Krai // Natural resources, their current status, security, commercial and technical use: materials of the VI all-Russian scientific-practical conference (24–26 марта 2015). – Part I. – Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatgtu, 2015. – P. 132-135.
16. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2016. Вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания. // Рим: ФАО. – 2016. – 216 С.
16. State of world fisheries and aquaculture 2016. Contribution to universal food security and nutrition. Rome: FAO. – 2016. – 216 P.
17. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018. Достижение целей устойчивого развития. – 2018. – Рим: ФАО. – 209 С.
17. The state of world fisheries and aquaculture 2018. Achieving the Sustainable Development Goals. – Rome: FAO, 2018. – 209 P.
18. McKindsey C.W., Thetmeyer H., Landry T., Silvert W. Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management / C.W. McKindsey, H. Thetmeyer, T. Landry, W. Silvert // Aquaculture. – 2006. – № 261. – P. 451-462.
18. McKindsey C.W., Thetmeyer H., Landry T., Silvert W. Overview of the latest models of load-bearing capacity for bivalve culture and recommendations for research and management / C.W. McKindsey, H. Thetmeyer, T. Landry, W. Silvert // Aquaculture. – 2006. – No. 261. – pp. 451-462.
19. Zhou Y. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder Stichopus japonicus Selenka (Echinodermata: Holothuroidea) co-cultured in lantern nets. / Y. Zhou, H. Yang, S. Liu, X. Yuan // Aquaculture. – 2006. – Vol.256. – P.510-520.
19. Zhou Y. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder Stichopus japonicus Selenka (Echinodermata: Holothuroidea) co-cultured in lantern nets. / Y. Zhou, H. Yang, S. Liu, X. Yuan // Aquaculture. – 2006. – Vol.256. – P.510-520.

Характеристики водокольцевых компрессорных машин вакуумных рыбонасосных установок

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-94-98

Д-р техн. наук, профессор
В.А. Наумов – Калининградский
государственный технический
университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»);
д-р техн. наук, профессор
Н.Л. Великанов –
Балтийский федеральный
университет им. И. Канта
(ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта»)

@ van-old@mail.ru;
vladimir.naumov@klgtu.ru
monolit8@yandex.ru;
NVelikanov@kantiana.ru

Ключевые слова:

частота вращения ротора,
вытеснение водорыбной
смеси, компрессорная
машина

Keywords:

rotor speed, displacement
of fish water-based mixture,
compressor machine

CHARACTERISTICS OF WATER RING COMPRESSOR MACHINES VACUUM FISH PUMPING UNITS

Doctor of Technical Sciences, Professor **V.A. Naumov** – Kaliningrad State
Technical University (KSTU);
Doctor of Technical Sciences, Professor **N.L. Velikanov** – I. Kant Baltic Federal University,
van-old@mail.ru; vladimir.naumov@klgtu.ru monolit8@yandex.ru; NVelikanov@kantiana.ru

The operation of the Samson KS910 pump under various conditions is investigated. The values of empirical constants in mathematical dependencies for calculating pump characteristics were found using the least squares method based on published experimental data.

The results of calculating the productivity and power consumption of the Samson KS910 in the vacuum pump mode depending on the pressure in the working chamber at different values of the rotor speed and pressure in the working chamber are presented.

Задачи механизации и автоматизации процессов промышленного рыболовства не утратили своей актуальности. Для их решения широко применяются рыбонасосы различных конструкций. Вакуумные рыбонасосные установки обеспечивают наименьшую повреждаемость при перемещении рыбы. Поэтому их все больше используют в рыбной отрасли, несмотря на низкую энергетическую эффективность по сравнению с центробежными рыбонасосами [1-3].

Большинство вакуумных рыбонасосных установок производят на базе водокольцевых

компрессорных машин. Это обусловлено их высокими эксплуатационными качествами, а также возможностью работать как в режиме вакуумного насоса, так и в режиме воздуходувки.

В [4-6] было выполнено исследование характеристик водокольцевых компрессорных машин в зависимости от давления в рабочей камере p при постоянной частоте вращения ротора n . В [7; 8] была предложена и исследована математическая модель этапов работы вакуумных рыбонасосных установок при фиксированном значении n .

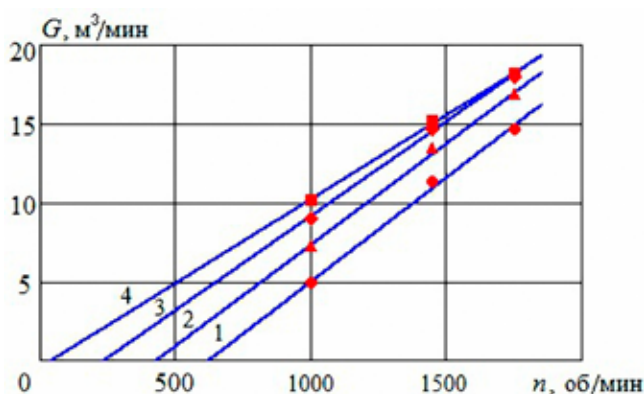


Рисунок 1. Зависимость производительности Samson KS910 в режиме вакуумного насоса от частоты вращения ротора при разных значениях давления в рабочей камере: 1 – $p = 20$ кПа; 2 – $p = 40$ кПа; 3 – $p = 60$ кПа; 4 – $p = 80$ кПа. Точки – экспериментальные данные [9], линии – расчет по (1)

Figure 1. The dependence of the Samson KS910 performance in the vacuum pump mode on the rotor speed at different pressure values in the working chamber: 1- $p = 20$ kPa; 2- $p = 40$ kPa; 3- $p = 60$ kPa; 4- $p = 80$ kPa.

Points – experimental data [9], lines – calculation according to (1)

Samson Pumps (Дания) [9] является одной из наиболее известных компаний по производству водокольцевых компрессорных машин для вакуумных рыбонасосных установок. Компания в течение 2018 г. полностью сменила программу производства вакуумных рыбонасосных установок. С 2019 г. поставляются компрессорные машины только двух серий: Truck Master и Ocean Master. Серия Ocean Master предназначена для перемещения рыбы, в том числе живой. Серия включает следующие модели: Ocean Master 1000, 700, 500, 450, 250 и SVF27. Высоко-

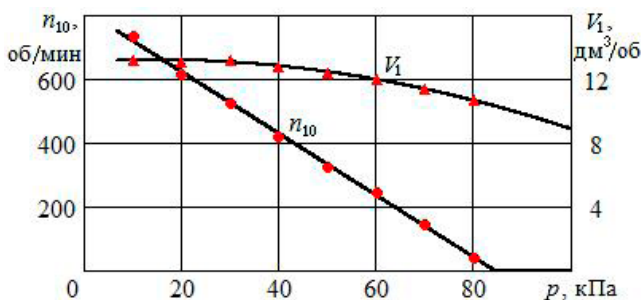


Рисунок 2. Минимальная частота вращения ротора и объем воздуха за один оборот вакуумного насоса Samson KS910.

Точки – экспериментальные данные [9], линии – расчет по (2), (3)

Figure 2. Minimum rotor speed and air volume per revolution of the Samson KS910 vacuum pump.

Points – experimental data [9], lines – calculation according to (2), (3)

Исследована работа насоса Samson KS910 в различных условиях. Методом наименьших квадратов, по опубликованным экспериментальным данным, были найдены значения эмпирических констант в математических зависимостях для расчета характеристик насоса.

Представлены результаты расчета производительности затраченной мощности Samson KS910 в режиме вакуумного насоса, в зависимости от давления в рабочей камере, при разных значениях частоты вращения ротора, давления в рабочей камере.

прочные водокольцевые компрессорные машины серии Ocean Master разработаны для транспортировки водорыбной смеси в агрессивных условиях, в том числе в морской воде.

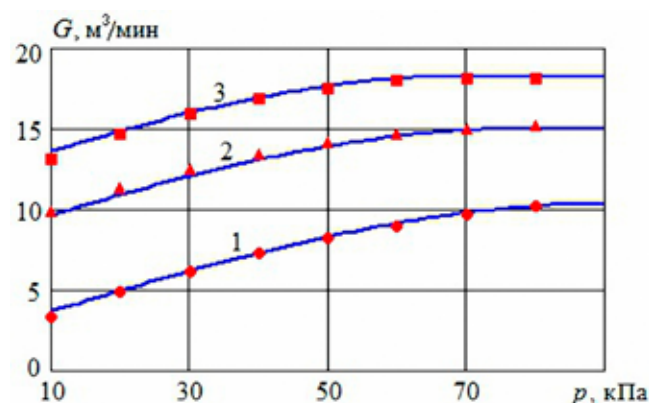


Рисунок 3. Зависимость производительности Samson KS910 в режиме вакуумного насоса от давления в рабочей камере при разных значениях частоты вращения ротора:

1 – $n = 1000$ об/мин; 2 – $n = 1450$ об/мин; 3 – $n = 1750$ об/мин.

Точки – экспериментальные данные [9], линии – расчет по (1)

Figure 3. The dependence of the performance of Samson KS910 mode of the vacuum pump from the pressure in the working chamber at different values of frequency of rotation of the rotor: 1 – $n = 1000$ rpm; 2 – $n = 1450$ rpm; 3 – $n = 1750$ rpm.

Points – experimental data [9], lines – calculation (1)

Водокольцевые компрессорные машины серии Ocean Master, в соответствии с технической документацией производителя [9], могут работать в широком диапазоне частоты вращения ротора от 800 до 1800 об/мин. Результаты испытаний водокольцевых компрессорных машин серии Ocean Master не размещены в открытом доступе, но указано, что Ocean Master 250 является версией ранее выпускаемого ВКН KE 225, Ocean Master 700 – KS 625, Ocean Master 1000 – KS 910. Здесь будем использовать результаты испытаний ВКН KE 225, KS 625, KS 910, которые ранее были в открытом доступе [9].

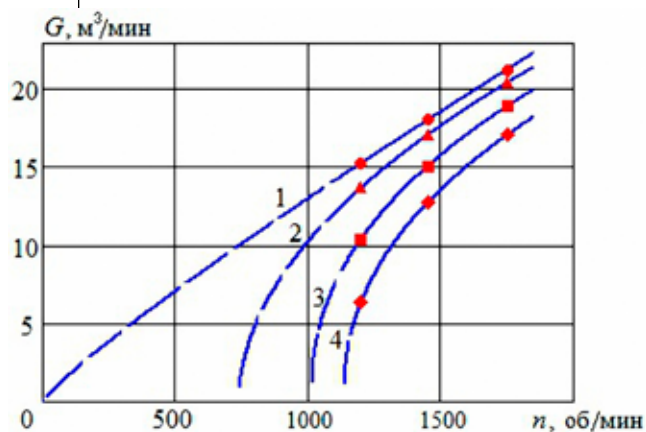


Рисунок 4. Зависимость производительности Samson KS910 в режиме компрессора от частоты вращения ротора, при разных значениях давления в рабочей камере: 1 – $p = 130$ кПа; 2 – $p = 160$ кПа; 3 – $p = 200$ кПа; 4 – $p = 250$ кПа.

Точки – экспериментальные данные [9], линии – расчет по (1)

Figure 4. Dependence of the Samson KS910 performance in compressor mode on the rotor speed, at different pressure values in the working chamber: 1 – $p = 130$ kPa; 2 – $p = 160$ kPa; 3 – $p = 200$ kPa; 4 – $p = 250$ kPa.

Points – experimental data [9], lines – calculation according to (1)

На рисунке 1 точками показана зависимость производительности Samson KS910 в режиме вакуумного насоса (ВН) от частоты вращения ротора по результатам испытаний.

В соответствии с экспериментальными данными (см. рис. 1), зависимость производительности вакуумного насоса от частоты вращения ротора и давления может быть рассчитана по формуле:

$$G = f_1(n, p) = V_1(p) \cdot (n - n_{10}(p)). \quad (1)$$

Физический смысл величин: V_1 – объем воздуха, перекачиваемого за один оборот ротора; n_{10} – минимальная частота вращения ротора, при которой вакуумный насос способен откачивать воздух из рабочей камеры. Указанные величины могут быть аппроксимированы следующими формулами (рис. 2):

$$n_{10}(p) = \begin{cases} a_0 - a_1 \cdot p & \text{при } p < p_1, \\ 0 & \text{при } p \geq p_1 \end{cases}; \quad (2)$$

$$V_1(p) = b_0 + b_1 \cdot p + b_2 \cdot p^2. \quad (3)$$

Методом наименьших квадратов были найдены значения эмпирических констант в формулах (2) – (3), например, для вакуумного насоса KS910: $p_1 = 84,4$ кПа; $a_0 = 816,8$ об/мин; $a_1 = 9,68$ об/(мин·кПа); $b_0 = 13,1$ дм³/об; $b_1 = 0,0162$ дм³/(об·кПа); $b_2 = -5,86 \cdot 10^{-4}$ дм³/(об·кПа²).

На рисунке 3 по формуле (1) построена зависимость производительности вакуумного насоса да-

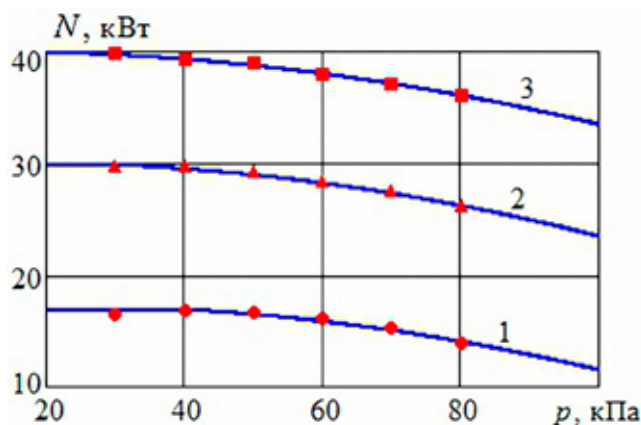


Рисунок 5. Зависимость затраченной мощности Samson KS910 в режиме вакуумного насоса от давления в рабочей камере при разных значениях частоты вращения ротора: 1 – $n = 1000$ об/мин; 2 – $n = 1450$ об/мин; 3 – $n = 1750$ об/мин.

Точки – экспериментальные данные [9], линии – расчет по (5)

Figure 5. The dependence of power consumed Samson KS910 mode of the vacuum pump from the pressure in the working chamber at different values of frequency of rotation of the rotor: 1 – $n = 1000$ rpm; 2 – $n = 1450$ rpm; 3 – $n = 1750$ rpm.

Points – experimental data [9], lines – calculation in (5)

вления в рабочей камере. Такая зависимость нужна для расчета динамики процесса откачки воздуха из бака вакуумных рыбонасосных установок [5].

На этапе вытеснения водорыбной смеси из бака водокольцевая компрессорная машина работает в режиме компрессора (воздуходувки) [7]. Рисунок 4, в отличие от рисунка 1, показывает, что производительность установок Samson в режиме компрессора зависит от частоты вращения ротора нелинейно. Эта зависимость может быть аппроксимирована формулой

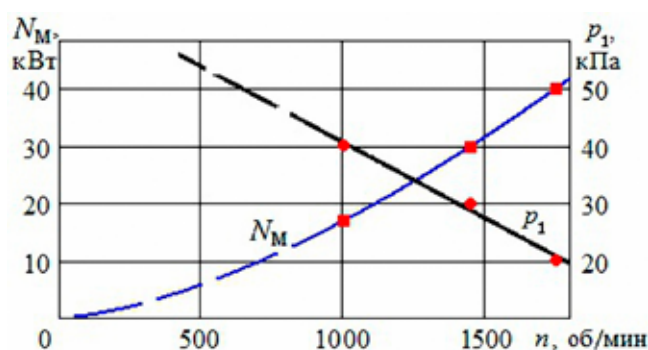


Рисунок 6. Зависимость параметров затраченной мощности от частоты.

Точки – экспериментальные данные, линии – расчет по формулам (6)

Figure 6. Dependence of the parameters of the consumed power on the frequency.

Points – experimental data, lines – calculation by formulas (6)

$$G=f_2(n,p)=K_2(p) \cdot (n-n_{20}(p))^{\beta(p)} \quad (4)$$

По рисунку 4 для давления в рабочей камере, близкого к атмосферному, процесс нагнетания воздуха начнется при сколь угодно малой частоте вращения ротора (линия 1). Чем больше давление в баке, тем больше должна быть частота, при которой может происходить процесс нагнетания.

Функции $f_1(n, p)$ и $f_2(n, p)$ необходимы для расчета производительности вакуумных рыбо-насосных установок [8]. Чтобы оценить энергетическую эффективность вакуумных рыбо-насосных установок требуется построить зависимость затраченной мощности N от частоты и давления. На рисунке 5 показано поведение функции $N=\varphi_1(n, p)$ при работе в режиме вакуумного насоса. При снижении давления в рабочей камере до некоторого значения p_1 затраченная мощность возрастает, а далее, практически, не изменяется. В экспериментах наблюдалось значительное увеличение затраченной мощности с ростом частоты вращения ротора.

Эта зависимость может быть аппроксимирована формулой

$$N=\varphi_1(n,p)=\begin{cases} N_M(n)-A(n) \cdot p \cdot (p-p_1(n)) & \text{при } p > p_1(n) \\ N_M(n) & \text{при } p \leq p_1(n) \end{cases} \quad (5)$$

Для затраченной мощности должно выполняться условие:

$$n \rightarrow 0 \Rightarrow N_M \rightarrow 0.$$

Параметры в (5) рассчитаны по формулам (6), подобранным по экспериментальным данным для Samson KS910 (рис. 6):

$$N_M(n)=4,116 \cdot 10^{-4} \cdot n^{1,538}, p_1(n)=66,84-0,0263 \cdot n \quad (6)$$

На рисунке 7 результаты расчета вполне удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными. Причем зависимость затраченной мощности от частоты ротора значительно сильнее, чем от давления в баке.

Экспериментальные данные, полученные при работе установки KS910 в режиме компрессора (рис. 8), показывают значительный рост затраченной мощности с увеличением частоты вращения ротора, но зависимость от давления в рабочей камере большая, чем на рисунке 7. Как и ранее, полагаем, что при уменьшении частоты до нуля величина N также стремится к нулю. Зависимость от частоты и давления может быть аппроксимирована формулой:

$$N=\varphi_2(n,p)=B(p) \cdot n^{a(p)}. \quad (7)$$

Методом наименьших квадратов были получены эмпирические функции в формуле (7). Для установки KS910 они показаны на рисунке 9 ($b = B/B_0$, где $B_0 = 1$ кВт).

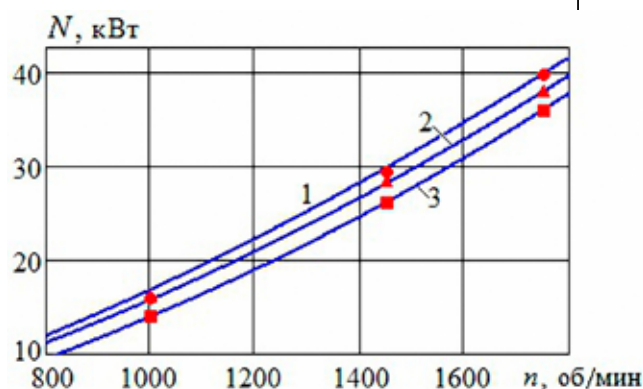


Рисунок 7. Зависимость затраченной мощности Samson KS910 в режиме вакуумного насоса от частоты вращения ротора при разных значениях давления в рабочей камере: 1 – $p = 20$ кПа; 2 – $p = 60$ кПа; 3 – $p = 80$ кПа.

Точки – экспериментальные данные [9], линии – расчет по (5)

Figure 7. Dependence of the consumed power of the Samson KS910 in the vacuum pump mode on the rotor speed at different pressure values in the working chamber: 1- $p = 20$ kPa; 2 – $p = 60$ kPa; 3- $p = 80$ kPa.

Points – experimental data [9], lines-calculation according to (5)

Полученные алгоритмы расчета и эмпирические зависимости могут быть использованы при проектировании и модернизации вакуум-

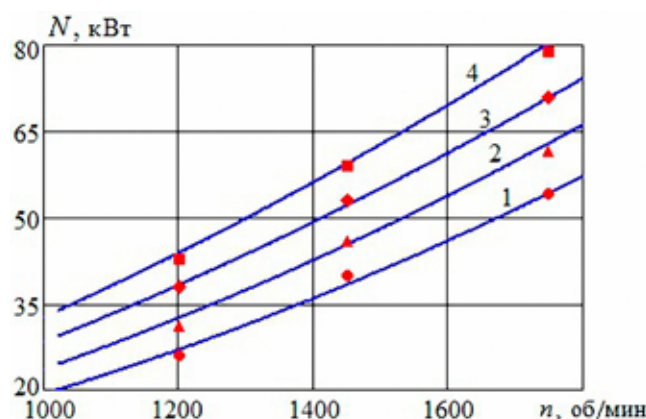


Рисунок 8. Зависимость затраченной мощности Samson KS910 в режиме компрессора от частоты вращения ротора при разных значениях давления в рабочей камере: 1 – $p = 140$ кПа; 2 – $p = 180$ кПа; 3 – $p = 250$ кПа; 4 – $p = 300$ кПа.

Точки – экспериментальные данные [9], линии – расчет по (7)

Figure 8. Dependence of the consumed power of the Samson KS910 in compressor mode on the rotor speed at different pressure values in the working chamber: 1- $p = 140$ kPa; 2 – $p = 180$ kPa; 3 – $p = 250$ kPa; 4- $p = 300$ kPa.

Points – experimental data [9], lines-calculation according to (7)

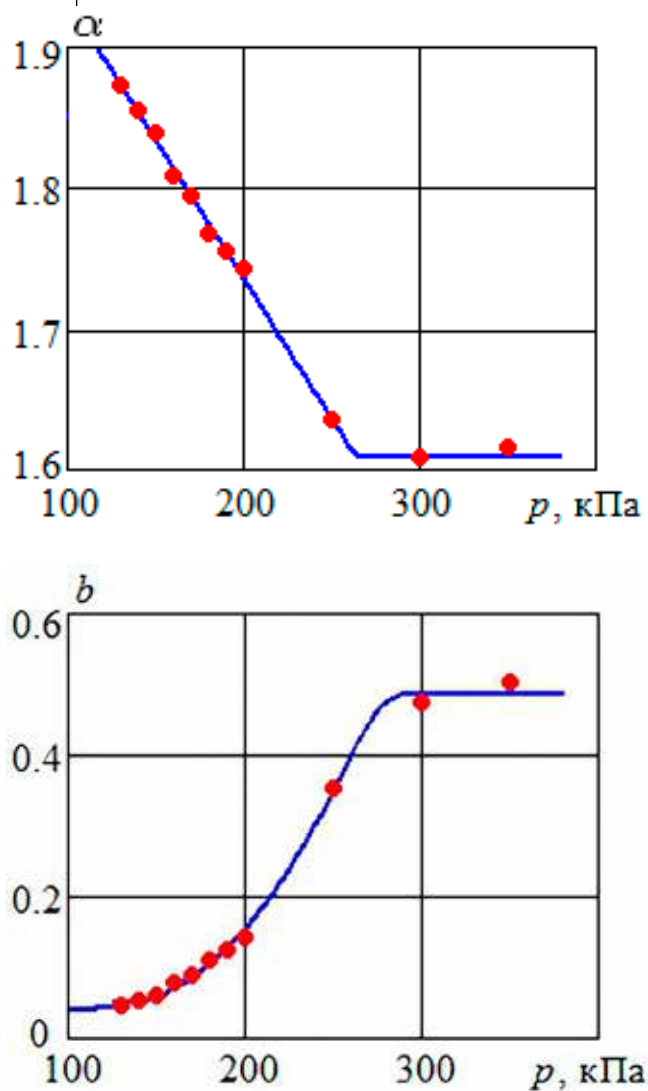


Рисунок 9. Эмпирические функции в формуле (7) для установки KS910. Точки получены по экспериментальным данным [9]

Figure 9. Empirical functions in formula (7) for the KS910 setup.

The points were obtained from experimental data [9]

ных рыбонасосных установок, использующих водокольцевые компрессорные машины.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Кудакеев В.В. Автоматизированные гидравлические системы транспортировки рыбы из орудий лова рыбонасосами / В.В. Кудакеев, Т.П. Карпелев, А.Н. Бойцов // Известия ТИНРО. – 2016. – Т. 186. – С. 207-213.
1. Kudakaev V. V. Automated hydraulic systems for transporting fish from fishing gear with fish pumps / V. V. Kudakaev, T. P. Karpelev, A. N. Boitsov // Izvestiya TINRO. – 2016. – Т. 186. – p. 207-213.
2. Великанов Н.Л. Компрессорные машины вакуумных рыбонасосов / Н.Л. Великанов, В.А. Наумов // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 6. – С. 78-81.
2. Velikanov N. L. Compressor machines of vacuum fish pumps / N. L. Velikanov, V. A. Naumov // Rybnoe khozyaistvo. – 2018. – No. 6. – P. 78-81.
3. Pan Q. Fish-friendly design of an axial flow pump impeller based on a blade strike model / Q. Pan, W.D. Shi, D.S. Zhang, B.P.M. van Esch, R.J.

- Zhao // Proceedings of the institution of mechanical engineers, part A – journal of power and energy. 2020. Vol. 234. Is. 2, pp. 173-186.
3. Q. Pan Fish-friendly design of an axial flow pump impeller based on a blade-strike model / Q. Pan, W. D. Shi, D. S. Zhang, B. P. M. van Esch, R. J. Zhao // Proceedings of the institution of mechanical engineer's part A – journal of power and energy. 2020. –Vol. 234. –Is. 2. – pp. 173-186.
4. Великанов Н.Л. Моделирование характеристик водокольцевых вакуумных насосов / Н.Л. Великанов, В.А. Наумов // Известия вузов. Машиностроение. – 2019. – № 10. – С. 70-77.
4. Velikanov N.L. The modeling of the characteristics of liquid ring vacuum pumps / N. L. Velikanov, V. A. Naumov // Izvestiya vuzov. Mechanical engineering. – 2019. – No. 10. – pp. 70-77.
5. Великанов Н.Л. Динамические характеристики вакуумных насосов и компрессоров рыбонасосных установок / Н.Л. Великанов, В.А. Наумов // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 1. – С. 79-83.
5. Velikanov N.L. The dynamic characteristics of vacuum pumps and compressors ribonomic installations / N. L. Velikanov, V. A. Naumov // fisheries. – 2019. – No. 1. – P. 79-83.
6. Naumov V.A. Simulation of operational characteristics of the water-ring vacuum pumps / V.A. Naumov, N.L. Velikanov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – 537, 032029.
6. Naumov V. A. Simulation of operational characteristics of the water-ring vacuum pumps / V. A. Naumov, N. L. Velikanov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – 537, 032029.
7. Наумов В.А. Этапы работы вакуумной рыбонасосной установки / В.А. Наумов, Н.Л. Великанов // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 98-102.
7. Naumov V. A. Stages of operation of a vacuum fish-pumping unit / V. A. Naumov, N. L. Velikanov // Fish farming. – 2020. – No. 2. – pp. 98-102.
8. Наумов В.А. Производительность вакуумных рыбонасосных установок большой мощности / В.А. Наумов, Н.Л. Великанов, А.А. Землянов // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 4. – С. 119-123.
8. Naumov V. A. Productivity of vacuum fish-pumping installations of high power / V. A. Naumov, N. L. Velikanov, A. A. Zemlyanov // Fish farming. – 2020. – No. 4. – pp. 119-123.
9. Samson Liquid Ring Vacuum Pumps [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.samson-pumps.com/products/> (дата обращения: 29.09.2020).
9. Samson Liquid Ring Vacuum Pumps [Electronic resource]. – URL: <https://www.samson-pumps.com/products/> (accessed 29.09.2020).



Альтернатива современным лососёвым орудиям лова

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-99-102

Канд. техн. наук,
доцент **О.В. Телятник** –
кафедра промышленного
рыболовства, Дальневосточный
государственный технический
рыбохозяйственный
университет
(ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

@ oleg.telyatnik@yandex.ru

AN ALTERNATIVE TO MODERN SALMON FISHING GEAR

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **O.V. Telyatnik** – Department of Industrial Fisheries, Far Eastern State Technical Fisheries University (FSBEI VO "Dalrybvtuz»),
oleg.telyatnik@yandex.ru

Based on the study of work experience in the areas of p.o. Kamchatka in the work proposed alternative fishing tools for salmon fishing. Under the alternative in the work are called fishing tools that are not widely used or are new developments. The use of such fishing gear will make it possible to catch elk in areas where traditional fishing is not currently conducted. However, this is important due to the approach of salmonids, in 2020, to traditional fishing areas.

Основу современного промысла тихоокеанских лососей обеспечивают ставные невода. Помимо ставных неводов в определённых районах используют плавные и ставные сети, а также закидные невода. Количество участков (1200) в 6 раз превышает количество ставных неводов (200). Для предложений по предлагаемым орудиям рыболовства, рассмотрим районы лова лососей на Камчатке за последние 10 лет [2].

Побережье восточной Камчатки подразделяется на две промысловые подзоны: Карагинскую и Петропавловско-Командорскую. Первая приходится на побережье Берингова моря, вторая – на побережье Тихого океана. Карагинская

подзона является одной из значимых промысловых районов, где добывается около ¼ (24,1%) всех видов лососей (кроме симы), в основном горбуши в нечётные годы. Состоит она из 4 открытых заливов: Олюторского, Корфа, Карагинского, Озерного. В первых трёх ведётся активный промысел ставными неводами.

Петропавловско-Командорская подзона имеет 3 открытых залива: Камчатский, Кроноцкий, Авачинский. Невода в этой подзоне выставляют в основном в Камчатском заливе (12 неводов), где добывают значительную часть чавычи (86%), нерки (28%) и кижуча (26%) от общего вылова лососей на Камчат-

Ключевые слова:
лососи, орудия
рыболовства

Keywords:
salmon, fishing tools,
new technologies

ке. В остальных заливах промысел ставными неводами невозможен из-за сильного наката океанской волны, за исключением закрытых бухт, таких как Калыгирь, малая и большая Медвежка (залив Кроноцкий). Вылов в этой подзоне составляет 4,94% от общего вылова на Дальнем Востоке.

Побережье западной Камчатки подразделяется на две промысловые подзоны: Западно-Камчатскую и Камчатско-Курильскую. Граница между этими районами проходит по 54 параллели, а 55 параллель (р. Крутогорова) является границей, к северу от которой (рис. 1), ставные невода традиционными методами устанавливать довольно сложно из-за высокого уровня прилива (чем выше на север, тем больше при-

На основе исследования опыта работы в районах п.о. Камчатка, предложены альтернативные орудия рыболовства для добычи лососевых. Под альтернативными в работе называют орудия рыболовства, которые не имеют широкого внедрения или являются новыми разработками. Применение таких орудий рыболовства позволит облавливать лососевых в тех районах, где в настоящее время традиционный промысел не ведется. Однако это важно в связи с подходами лососевых в 2020-х г. в традиционные районы лова.

лив), а также – отсутствием бухт по всему побережью, за исключением бухты Квачина и бухт Пенжинской губы, где прилив достигает максимального уровня 13 метров.

Вылов в западно-Камчатской подзоне составляет около 10% от общего вылова всех лососей на Дальнем Востоке. Среди них на горбушу приходится 17%, кету – 27%, кижуча – 34% от общего вылова Камчаткой.

Вылов в Камчатско-Курильской зоне составляет более 18,3% от общего вылова лососей на Дальнем Востоке. Из них горбуши – 26%, нерки – 63%, кеты – 24% и кижуча – 37% от общего вылова на Камчатке.

Западно-Камчатскую зону можно разделить на три промысловых района, первый находится в пределах 54 и 55 параллелей, где ставные невода традиционно используются; второй расположен в пределах 55 и 57 параллелей, где возможна установка ставных неводов, имеющих конструктивные доработки; и третий район расположен выше 57 параллели, где установка ставных неводов невозможна (рис. 1).

Таким образом, в целом по Камчатке можно выделить три промысловые зоны, где в одной – традиционный промысел возможен, в другой – возможен с применением так называемых альтернативных орудий, и в третьей – невозможен, из-за вышеописанных условий. К первой относится юго-западное и северо-восточное побережье, остров Карагинский; ко второй – район западного побережья в пределах 55 и 57 параллелей, залив Кроноцкий на Востоке, к третьей – район северо-западной Камчатки выше 57 параллели, Авачинский залив и юго-восточное побережье.

На эффективность промысла влияет выбор оптимального ору-



Рисунок 1. Промысловые районы Камчатки: 1 (чёрная линия) – традиционные; 2 (синяя линия) – возможен лов альтернативными орудиями; 3 (зелёная линия) – промысел невозможен

Figure 1. Fishing areas of Kamchatka: 1 (black line) - traditional; 2 (blue line) - fishing with alternative tools is possible; 3 (green line) - fishing is not possible

дия лова. Для каждого района выбор определённых конструктивных особенностей орудия лова должен быть обоснован. В основание такого обоснования могут быть положены принципы биотехнологии, механики, штормоустойчивости и другие [4]. Определяющее значение, как мы убедились выше, имеет и характеристика отдельного района промысла.

Под альтернативными будем называть такие орудия, которые не имели широкого внедрения или являются новыми разработками. Для камчатского региона выбран ряд альтернативных орудий, характеристика которых показана в таблице 1.

В таблице 1 представлены две группы орудий лова: закидные (1-3) и ставные (4-9) невода. Закидной невод (1) представляет собой морской закидной равнокрылый невод с выборкой и выметкой с маломерного судна и выливкой улова на плавучий садок [5; 9; 10]. Закидной неравнокрылый блоковый невод (2) предназначен для установки его на двух плавучих блоках на небольшом расстоянии от берега, невод (3) – на большом расстоянии от берега. Выборку этих орудий следует осуществлять с помощью берегового выборочного барабана. Ставной блоковый невод (4) имеет подобную технологию промысла с предыдущими двумя орудиями, отличается лишь тем, что устанавливается на трёх блоках и для выборки его на берег потребуются три выборочных механизма [1].

Малогабаритный ставной невод под названием «каравка» (5) имеет неоспоримые преимущества перед большими ставными неводами в особенности там, где сильное течение, малые глубины или по другим условиям невозможно использовать традиционные орудия. В определённых случаях целесообразнее установить вместо одного невода несколько каравок, к примеру, лавой, как это практикуется на Сахалине.



Конструкция ставного невода (6) позволяет устанавливать его в таких районах, где наблюдается высокий уровень прилива и разница между минимальным и максимальным приливом более 20% прироста высоты.

Разработанная нами, двухзаходная конструкция ставного невода (7), в сравнении с применяемыми неводами, имеет следующие преимущества: повышается штормоустойчивость невода, возрастает промысловая мощность, увеличивается зона облова и уменьшаются затраты на его установку. Эффективность промысла двухзаходного ставного невода выше, чем однозаходного более чем в 2 раза [6; 9; 10].

Разработанная нами, конструкция глубоководного ставного невода (8) основывается на особенности поведения горбуши, при котором она придерживается поверхностного горизонта, а также использовании в качестве якорного крепления специальных якорей и подъякорного груза. Способ установки не наносит вреда среде обитания гидробионтов. В отличие от традиционного, в котором после снятия невода пикули, часть оттяжек остается на дне моря, в нашем способе весь постановочный материал, в том числе и подъякорный груз, поднимается на борт судна и используется многократно [7; 10].

Таблица 1. Характеристика альтернативных орудий лова /
Table 1. Characteristics of alternative fishing gear

	Орудие лова	Объекты лова	Размеры, м	Отличительные особенности
1	Закидной невод	Горбуша, кижуч, кета	300x10	Выливка улова на плавучий садок
2	Закидной блоковый малый невод	Горбуша, кижуч, кета	500x10	Комбинированный невод с выливкой улова на берегу
3	Закидной блоковый большой невод	Нерка	1250x15	Усовершенствованная конструкция блокового невода
4	Ставной блоковый невод	Кижуч	40x16	Выборка невода на берег во время отлива или шторма
5	Каравка	Лососи	36x18x5	Вертикальные оттяжки позволяют устанавливать в местах с сильным течением
6	Ставной невод	Лососи	160x22x16	Установка для районов с высоким приливом
7	Ставной невод	Лососи	160x29x10	Двухзаходный невод для мелководных районов
8	Ставной невод	Горбуша	120x22x20	Подвесной невод для промысла горбуши в глубоководных районах
9	Ставной невод	Кета	160x29x20	Донный невод для промысла кеты в глубоководных районах



Донный ставной невод (9), разработан в Японии и предназначен для промысла кеты [3]. У этой рыбы, в отличие от горбуши, предрасположенность к донному горизонту. Донные ставные невода имеют существенное преимущество перед традиционными за счет высокой уловистости, повышенной штормоустойчивости, но это в японском рыболовстве при высоком уровне механизации. В отечественном рыболовстве донные невода не применялись, ввиду сложности конструкции и большой стоимости. В настоящее время промысловая ситуация изменилась к лучшему. Возникла заинтересованность промышленников в более эффективных орудиях лова. В дополнении к донному неводу нами разработан способ установки неводов на грузовом канате [8; 10].

ВЫВОДЫ

1. Обзор промысла лососей на Камчатке за последние десять лет показывает, что всего Камчатский регион добывает более 57% от общего вылова лососей на Дальнем Востоке, но вылов распределён неравномерно, больше в Карагинской (24,1%) и Камчатско-Курильской (18,3%) подзонах и меньше – в Западно-Камчатской (9,62%) и Петропавловско-Командорской (4,94%) подзонах.

2. В целом по Камчатке можно выделить три промысловых зоны, где в одной традиционный промысел возможен, в другой – возможен с применением так называемых альтернативных орудий и в третьей – невозможен из-за различных условий. К первой относится юго-западное и северо-восточное побережье, остров Карагинский; ко второй – район западного побережья в пределах 55 и 57 параллелей, залив Кроноцкий на Востоке, к третьей – район северо-западной Камчатки выше 57 параллели, Авачинский залив и юго-восточное побережье.

3. Предлагаемые альтернативные орудия лова позволят повысить эффективность промысла не только на Камчатке, но и в других регионах Дальнего Востока.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Андреев Н.Н. Справочник по орудиям лова, сетеснастным материалам и промысловому снаряжению. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 504 с.
1. Andreev N. N. Handbook of fishing tools, setesna materials and fishing equipment. – M.: Pishchepromizdat, 1962. – 504 p.
2. Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток: ТИНРО-центр, 2010. – № 5-14 – 2019.
2. Bulletin of the implementation of the "Concept of the Far Eastern basin program for the study of Pacific salmon". – Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2010. – No. 5-14 – 2019.
3. Лососевый донный ставной невод // ЭИ ЦНИИТЭИРХ. Пром. рыболовство. – 1979. – Вып. 8. – С. 16-21.
3. Salmon bottom-set nets // EI of CNIITMASH. Prom. fishing. – 1979. – Issue 8. – p. 16-21.
4. Мельников В.Н. Биотехническое обоснование показателей орудий и способов промышленного рыболовства. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 376 с.
4. Melnikov V.N. Biotechnical justification of indicators of tools and methods of industrial fishing. – M.: Food industry, 1979. – 376 p.
5. Пат. № 47622. Плавающий садок / О.В. Телятник (РФ). – Заявлено 13.04.2005; Опубл. 10.09.05; Бюл. № 25.
5. Pat. No. 47622. Floating cage / O.V. Telyatnik (RF). – Declared on 13.04.2005; Publ. 10.09.05; Byul. No. 25.
6. Пат. № 2311025. Ставной невод / О.В. Телятник, Д.А. Пилипчук (РФ). – Заявлено 27.03.2006; Опубл. 27.11.2007; Бюл. № 33.
6. Pat. No. 2311025. Stavnoy seine / O.V. Telyatnik, D.A. Pilipchuk (RF). – Declared on 27.03.2006; Publ. 27.11.2007; Byul. No. 33.
7. Пат. № 110929. Ставной невод / О.В. Телятник (РФ). – Заявлено 27.04.2011; Опубл. 10.12.11; Бюл. № 34.
7. Pat. no. 110929. Stavnoy seine / O.V. Telyatnik (RF). – Declared on 27.04.2011; Publ. 10.12.11; Byul. No. 34.
8. Пат. № 115620. Ставной невод / О.В. Телятник (РФ). – Заявлено 10.11.2011; Опубл. 10.05.12; Бюл. № 13.
8. Pat. no. 115620. Stavnoy seine / O.V. Telyatnik (RF). – Declared 10.11.2011; Publ. 10.05.12; Byul. No. 13.
9. Телятник О.В. Совершенствование конструкций ставных неводов и технологии промысла тихоокеанских лососей: Дис. ... канд. тех. наук. – Владивосток, 2010. – 175 с.
9. Telyatnik O. V. Improving the design of set seines and the technology of fishing for Pacific salmon: Dis. ... candidate of technical sciences. – Vladivostok, 2010. – 175 p.
10. Телятник О.В. Инновационные технологии промысла лососей ставными неводами // Материалы 4-ой всероссийской научно-практической конференции: Наука, образование, инновации: пути развития, КамчатГТУ, П-Камчатский, 23-25 апреля 2013. – С. 134-143.
10. Telyatnik O.V. Innovative technologies of salmon fishing with fixed seines // Materials of the 4th All-Russian scientific and practical Conference: Science, Education, innovations: ways of development, Kamchatka State Technical University, Kamchatka Peninsula, April 23-25, 2013. – pp. 134-143.

Ключевые слова:

филе сельди тихоокеанской, посол, созревание, питание детей, соль пищевая с пониженным содержанием натрия

Keywords:

pacific herring fillet, salting, maturation, children's nutrition, reduced sodium salt

Разработка параметров посола филе сельди тихоокеанской для детского питания

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-103-107

Коноплева Е.П. – технолог

по новым продуктам,
АО «Русское море»;

д-р техн. наук, профессор

Абрамова Л.С. – заместитель
руководителя департамента
по вопросам качества пищевой
рыбной продукции, департамент
мониторинга среды обитания,
водных биоресурсов и продуктов
их переработки;

канд. техн. наук

Гершунская В.В. – ведущий
научный сотрудник, отдел
кормов и кормовых компонентов;
канд. техн. наук

Арнаутов М.В. – ведущий
научный сотрудник, отдел
кормов и кормовых компонентов
ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт
рыбного хозяйства
и океанографии»

@ katrin_mix@mail.ru;
abramova@vniro.ru;
protein@vniro.ru

DEVELOPMENT OF PARAMETERS FOR SALTING PACIFIC HERRING FILLETS FOR BABY FOOD

Konopleva E.P. – engineer for new products, JSC "Russian sea";

D-r techn. Sciences, Professor **Abramova L.S.** – Deputy head of the Department
on the quality of the fish production, the Department of environment,
water resources and products of their processing;

cand. tekhn. of Sciences **Gershunskaya V.V.** – senior researcher,
Department of feed and feed ingredients;

cand. tekhn. of Sciences **Arnautov M.V.** – senior researcher,
Department of feed and feed ingredients

All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography»,
katrin_mix@mail.ru; abramova@vniro.ru; protein@vniro.ru

The aim of the work was to develop the parameters of the process of salting Pacific herring fillet with a reduced salt content, intended for children's nutrition. For salting, food salt with a reduced sodium content, enriched with potassium, magnesium, was used. Based on the conducted studies, a rational formulation of the salting mixture was selected, consisting of 5 % salt with a reduced sodium content, 4% sugar, 0.35-0.50% citric acid.

It was found that carrying out the salting process for 72-96 hours provides a low-salted fillet with a salt content of 3.5% with high organoleptic parameters, which are determined by the amino nitrogen content of 110-130 mg/100 g of the product and the buffering capacities of 40-45 degrees.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение здоровья населения страны – одно из приоритетных направлений деятельности государства. Для сохранения здоровья и повышения качества жизни людей, наряду с решением задач в области ранней диа-

гностики, профилактики, реабилитации и лечения наиболее распространенных социально значимых неинфекционных заболеваний, необходимо создание и внедрение новых видов пищевых продуктов со сниженным содержанием насыщен-

ных жиров, сахара и соли, специализированных и функциональных продуктов, в том числе обогащенных макро- и микронутриентами, предназначенных для различных возрастных и профессиональных групп. В соответствии с Федеральным законом от 01.03.2020 № 47-ФЗ, изготовление пищевых продуктов для питания детей должно соответствовать требованиям, предъявляемым к производству специализированной пищевой продукции, удовлетворять физиологические потребности детского организма, а сами продукты должны быть качественными и безопасными [1].

Пищевая продукция, предназначенная для детей дошкольного и школьного возраста, должна отличаться от аналогичной продукции массового потребления использованием для ее изготовления сырья более высокого качества, пониженным содержанием соли, отсутствием в составе химических консервантов, фосфатов и ряда кислот, соответствовать возрастным и физиологическим потребностям в пищевых веществах и энергии.

В настоящее время рекомендуемый ассортимент пищевых продуктов для питания детей в дошкольных и школьных организациях включает сельдь слабосоленую, так как она является источником полноценного легкоусвояемого белка, полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3, витаминов А, D и B12, макро- и микроэлементов. Нами были разработаны основы инновационной технологии филе сельди малосоленой, которое является источником ПНЖК семейства омега-3, натрия, калия, магния и йода и может быть отнесено к специализированной пищевой продукции [2]. Однако для организации производства продукции, к которой предъявляются особые требования, необходимо отработать процесс посола, позволяющий получить продукцию высокого качества, безопасную для детей, доступную с позиции сырьевой базы и стоимости.

В связи с этой целью работы была разработана параметров процесса посола филе сельди тихоокеанской для получения продукции с пониженным содержанием соли, предназначенной для питания детей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследований использовали мороженое филе сельди тихоокеанской, а также образцы продукции, изготовленные по разработанной технологии. Содержание соли определяли

Цель работы – разработка параметров процесса посола филе сельди тихоокеанской, предназначенного для детского питания. Для посола использовали соль пищевую с пониженным содержанием натрия, обогащенную калием, магнием. На основании проведенных исследований, выбрана рациональная рецептура посолочной смеси, состоящая из 5% соли с пониженным содержанием натрия, 4% сахара, 0,35-0,50% лимонной кислоты.

Установлено, что проведение процесса посола в течение 72-96 ч. обеспечивает получение малосоленого филе с содержанием соли 3,5% с высокими органолептическими показателями, которые определяются содержанием конечных аминокислот (ФТА) в количестве 110-130 мг/100 г продукта и значением буферности в пределах 40-45 градусов.

в соответствии с ГОСТ 7636-85 [3]. Степень созревания характеризовали по показателю буферности, определяемому по ГОСТ 19182-2014 [4] и содержанию конечных аминокислот (ФТА, мг/100 г продукта) методом формольного титрования в собственной модификации [5]. Органолептические показатели оценивали с использованием бальных шкал [6]. Обоснование рациональных режимов посола проводили методом математического планирования по униформ-рототабельному плану второго порядка: устанавливали зависимости степени созревания (накопления формольно-титруемого азота) и органолептических показателей филе сельди малосоленого от продолжительности процесса посола и от концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси. Статистическая обработка экспериментальных данных и построение графических зависимостей проводились с использованием стандартных программ – Microsoft Office Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При разработке технологии посола филе сельди тихоокеанской главной целью было получение продукции с низким содержанием соли, имеющей высокие органолептические показатели, безопасной для детского питания.

С целью уменьшения содержания поваренной соли в готовой продукции, для посола использо-

Таблица 1. Химический и гранулометрический состав соли с пониженным содержанием натрия /

Table 1. Chemical and granulometric composition of salt with a reduced sodium content

Название компонента	Содержание, %
Массовая доля хлористого натрия, %	68,0 ± 5,0
Массовая доля натрий-иона, %	27,0 ± 4,0
Массовая доля калий-иона, %	14,0 ± 2,0
Массовая доля магний-иона, %	0,5 ± 0,1
Массовая доля влаги, %	не более 1,0
Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %	не более 0,2
pH раствора	6,5-8,0
Гранулометрический состав, %	
До 0,8 мм включительно	не более 75,0
Свыше 0,8 до 1,2 мм включительно	не более 25,0

вали соль пищевую производства ЗАО «Валетек Продимпекс» с пониженным содержанием натрия, в которой хлорид натрия заменен на соли калия и магния, качественные показатели которой приведены в таблице 1.

Как видно из представленного состава, данная соль содержит значительное количество ионов калия и магния. Хорошо известно, что от количества примесей в соли в значительной мере зависит скорость посола и качество готового соленого продукта. Из литературных данных известно, что содержание хлоридов магния приводит к снижению скорости проникновения соли в мышечную ткань, а также к получению продукции с более жесткой консистенцией и с привкусом горечи. Кроме того, при посоле филе сухим способом рекомендуется использовать соль среднего помола с величиной зерен от 1,0 до 2,5 мм. Если солить мелкой солью, то образуется брак – соляной ожог, так как в связи с большой гигроскопичностью мелкой соли происходит быстрое обезвоживание поверхности [7]. Эти особенности требуют разработки специальных технологических подходов к посолу филе сельди солью с пониженным содержанием натрия, предусматривающие содержание соли и состав смеси для посола и способ посола.

В соответствии с рекомендациями МР 2.4.5.0107-15 «Организация питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах», в рационы питания рекомендуется включать сельдь слабосоленую [8], с содержанием соли до 6%. Для снижения содержания соли в готовой продукции, предназначенной для питания детей, разрабатывали способ посола филе, содержание соли в котором должно быть не более 5%, поэтому соль вносили в посолочную смесь в количестве не более 5% от массы сырья. Кроме того, использовали сахар при посоле, т.к. из литературных данных известно, что сахар способствует созреванию и делает сельдь особенно нежной на вкус [9; 10].

При разработке состава смеси для посола учитывали, что главную роль в регулировании процесса посола и дальнейшего созревания играют ферментные системы рыбного сырья. О составе протеолитических ферментов принято судить по характеру зависимости активности пептидгидролаз от pH. Согласно литературным данным, при исследовании pH-характеристик активности комплексов пептидгидролаз показано, что, несмотря на значительные колебания активности пептидгидролаз, оптимальные значения pH для гидролиза белковых веществ рыбного сырья практически постоянны и не зависят от вида рыбы [11]. Также было установлено, что для рыбного сырья характерны три комплекса протеолитических ферментов: комплекс кислых тканевых пептидгидролаз, проявляющий максимальную активность при pH 3-4; комплекс кислых пептидгидролаз внутренних органов рыб с максимальной активностью при pH 3; комплекс щелочных пептидгидролаз внутренних органов рыбы с максимальной активностью при pH 7-8 [12-14]. Хорошо известно, что в процессе посола и последующего созревания сель-

ди ферменты внутренностей обладают наибольшей активностью, по сравнению с ферментами мышечной ткани. В связи с тем, что в качестве сырья при посоле будет использоваться филе, рассматривать можно только вопрос активизации ферментов мышечной ткани сельди, таких как кальций зависимые протеиназы семейства кальпаинов (pH действия около 7) и комплексы кислых пептидгидролаз, в состав которого в основном входят ферменты типа катепсинов, протеолитическая активность которых зависит от величины pH и максимальная активность проявляется при значениях pH около 4 [12]. Поэтому, при посоле рыбного филе требуется специальный подход, базирующийся на активации ферментов мышечной ткани для получения готовой соленой продукции со вкусом и запахом, свойственными созревшей рыбе.

В процессе изучения посола и созревания, при различных значениях pH среды, была выбрана лимонная кислота, так как, согласно требованиям, ее использование разрешено при производстве продукции детского питания.

На основании рассмотренных выше особенностей посола и для получения малосоленой продукции готовили посолочную смесь, состоящую из соли с пониженным содержанием натрия в количестве 5% от массы филе в смеси с сахаром 4% и лимонной кислотой. Содержание лимонной кислоты варьировало от 0,05 до 1% от массы сырья, однако внесение 1,0% лимонной кислоты, согласно результатам дегустации, приводило к получению продукта с кислым вкусом, жесткой консистенцией, которые свойственны подмаринованной продукции. Чтобы избежать соляного ожога – негативного воздействия мелкой соли на филе, посолочную смесь предварительно смешивали в соотношении 1:1 с водой и в виде пасты наносили на поверхность филе в количестве 10% (от массы филе). Посол проводили при температуре около +5°C от 1 до 5 суток.

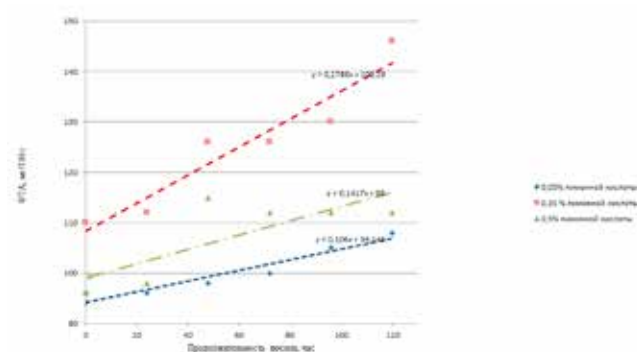


Рисунок 1. Изменение показателя ФТА филе сельди малосоленого, в зависимости от продолжительности процесса посола и содержания лимонной кислоты в посолочной смеси

Figure 1. Change in the FTA index of lightly salted herring fillets, depending on the duration of the salting process and the content of citric acid in the salting mixture

Качество соленой продукции характеризовали по показателю буферности и содержанию конечных аминокислот методом формольного титрования (ФТА). Показатель буферности соленой продукции дает информацию о содержании в продукции пептидов различной молекулярной массы и свободных аминокислот, обладающих буферными свойствами, то есть способностью противостоять резкому изменению pH среды при добавлении сильной кислоты или щелочи. Чем больше буферность, тем больше продуктов распада белка, то есть больше степень созревания. Согласно литературным данным, тихоокеанская сельдь характеризуется следующими значениями буферности (в градусах): для сельди неразделанной нагульной начало созревания – 80-100; созревание – 80-180; перезревание – 160 и выше [13]. Однако для филе сельди степень созревания, как показатель качества, не регламентируется ни одним техническим документом. Ранее, в результате экспериментальных исследований, нами установлено, что для малосоленого филе, изготовленного путем посола без применения созревателей, значения содержания конечных аминокислот (ФТА) для качественной созревшей продукции должно составлять 110-140 мг/100 г продукта, тогда как значения буферности – в пределах 40-45 градусов [5].

Изменение содержания ФТА филе сельди малосоленого, в зависимости от продолжительности посола и содержания лимонной кислоты в посолочной смеси, представлено на рисунке 1.

Полученные образцы малосоленой продукции оценивали по органолептическим показателям,

согласно которым сделан вывод, что содержание лимонной кислоты в посолочной смеси в количестве 0,25-0,50% (от массы филе) способствует созреванию продукции, и, как следствие, появлению вкуса и запаха созревшей рыбы.

С целью установления рациональных параметров технологического процесса посола филе сельди анализировали зависимость накопления формольно-титруемого азота в соленом полуфабрикate и органолептических показателей малосоленого филе сельди от продолжительности процесса посола и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси.

Матричный план интервалов варьирования факторов – продолжительности процесса, t (10^2 с) и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси, C (%), приведен в таблице 2.

В результате реализации плана двухфакторного эксперимента и статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, описывающее зависимость накопления формольно-титруемого азота от продолжительности процесса посола и от концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси (рис. 2а):

$$N_1 = A * (69,1477 + 0,0266 * \tau + 75,1675 * C' - 3,618E-6 * \tau'^2 - 0,0071 * C' - 45,8626 * \tau' * C'), \text{ мг/100 г}$$

где, N_1 – содержание формольно-титруемого азота, мг/100 г;

A – эмпирический коэффициент, имеющий размерность, мг/100 г, и равный 1, где τ' и C' – относительные величины; E – экспонента.

Таблица 2. Характеристики технологических параметров изготовления малосоленого филе сельди для математического моделирования / **Table 2.** Characteristics of technological parameters for the production of lightly salted herring fillets for mathematical modeling

Технологические параметры	Размерность параметров	Интервал варьирования	Уровень варьирования		
			Нижний (-1)	Средний (0)	Верхний (+1)
Продолжительность, τ	10^2 с	864-4320	864	2592	4320
Концентрация лимонной кислоты, C	%	0,05-0,50	0,05	0,275	0,50

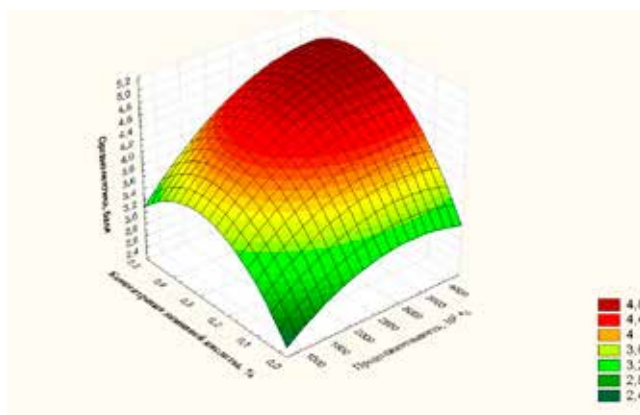
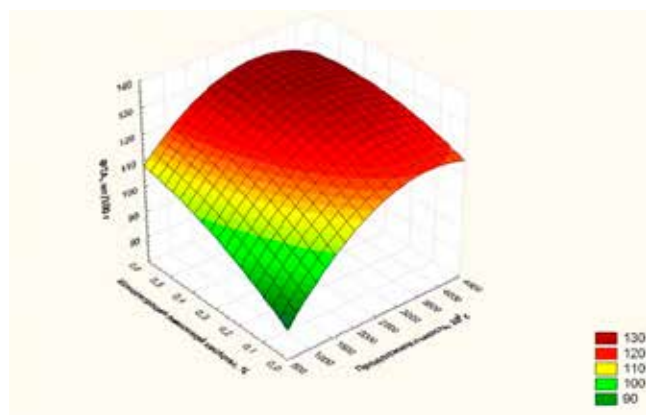


Рисунок 2. Исследование зависимости накопления формольно-титруемого азота (а) и органолептических показателей (б) филе сельди малосоленого от продолжительности процесса посола и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси

Figure 2. Study of the dependence of the accumulation of formol-titrated nitrogen (a) and organoleptic parameters (b) of low-salted herring fillet on the duration of the salting process and the concentration of citric acid in the salting mixture

$$\tau' = \tau'_{\text{ист}} / \tau, (\tau = 1)$$

$$C' = C'_{\text{ист}} / C, (C = 1)$$

При изучении зависимости органолептических показателей филе сельди малосоленого от продолжительности процесса посола и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси, получено уравнение регрессии, описывающее органолептические показатели при различном содержании лимонной кислоты в посолочной смеси (рис. 26):

$$K_{\text{орг}} = B \cdot (1,8371 + 0,000 \cdot \tau + 7,9827 \cdot C - 1,3077 E \cdot \tau^2 - 7 \cdot C' \cdot C' + 0,0005 \cdot C' \cdot \tau'), \text{ балл}$$

где $K_{\text{орг}}$ – органолептический показатель, балл;
 B – эмпирический коэффициент, имеющий размерность, балл, и равный 1, где τ' и C' – относительные величины; E – экспонента.

$$\tau' = \tau'_{\text{ист}} / \tau, (\tau = 1);$$

$$C' = C'_{\text{ист}} / C, (C = 1).$$

На основании полученных данных изучения процесса посола филе сельди были выявлены рациональные режимы технологического процесса: продолжительность процесса 72-96 ч (2592-34568 10^2 с), концентрация лимонной кислоты 0,35-0,40% от массы филе. При дальнейшем увеличении продолжительности процесса посола и концентрации лимонной кислоты в посолочной смеси не происходит значительного накопления формально-титруемого азота и не наблюдается улучшения органолептических показателей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований разработаны параметры технологии посола филе сельди с использованием посолочной смеси, состоящей из 5% соли с пониженным содержанием натрия, 4% сахара, 0,35% лимонной кислоты, установлен способ посола путем нанесения посолочной смеси на филе в виде пасты в количестве 10% от массы филе.

Установлено, что посол в течение 72-96 часов обеспечивает получение малосоленого филе с содержанием соли 3,5%, с высокими органолептическими показателями, которые определяются содержанием конечных аминокислот (ФТА) в количестве 110-130 мг/100 г продукта и значением буферности – в пределах 40-45 градусов.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Федеральный закон от 1 марта 2020 г. N 47-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» и статью 37 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации». [https://rg.ru/2020/03/03/pitanie-dok.html].
1. Federal Law No. 47-FZ of March 1, 2020 "On Amendments to the Federal Law" On the Quality and Safety of Food Products "and Article 37 of the Federal Law" On Education in the Russian Federation". [https://rg.ru/2020/03/03/pitanie-dok.html].
2. Абрамова Л.С. Инновационная технология малосоленой продукции на основе филе сельди тихоокеанской / Л.С. Абрамова, В.В. Гершунская, Е.П. Гофербер. (Коноплева Е.П.), С.В. Добренкова, Л.Х. Вафина. // Рыбное хозяйство. – 2017. №1. – С. 91-96.
2. Abramova L.S. Innovative technology of low-salted products based on Pacific herring fillet / L.S. Abramova, V.V. Gershunskaya, E.P. Goferber. (Konopleva E.P.), S.V. Dobrenkova, L.H. Vafina. // Fisheries. – 2017. No. 1 – P. 91-96.
3. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ, 2010. – 87 с.
3. GOST 7636-85 Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis. Moscow: Standartinform, 2010. – P. 87.
4. ГОСТ 19182-2014 Пресервы из рыбы. Методы определения буферности. М.: Стандартинформ, 2015. – 7 с.
4. GOST 19182-2014 Fish preserves. Methods for determining buffering. M.: Standartinform, 2015. – P. 7
5. Абрамова Л.С. Объективный показатель биохимических процессов созревания филе сельди малосоленого / Л.С. Абрамова, Е.П. Гофербер // Известия КГТУ. – 2017. – № 47. – С. 73-79
5. Abramova L.S. Objective indicator of biochemical processes of maturation of low-salted herring fillets / L.S. Abramova, E.P. Goferber // Izvestiya KSTU. – 2017. – No. 47. – P. 73-79
6. Сафронова Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 224 с.
6. Safronova T.M. Handbook of fish taster and fish products. – M.: VNIRO, 1998. – P. 224.
7. Энциклопедия «Пищевые технологии». Технологии рыбной промышленности. В 2-х частях // Москва, 2019. – Часть 1. – 405 с.
7. Encyclopedia "Food technologies". Technologies of the fishing industry. In 2 parts // Moscow, 2019. – Part 1 – P. 405.
8. МР 2.4.5.0107-15 Организация питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016. – 14 с.
8. MP 2.4.5.0107-15 Organization of nutrition for preschool and school-age children in organized groups: Methodological recommendations. - Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2016. – P. 14.
9. Всё о сельди // Рыба и морепродукты. 2013. – № 3. – С. 25-28.
9. All about herring // Fish and seafood. 2013. – No. 3. – P. 25-28.
10. Андреев М.П. Некоторые этапы совершенствования технологии соленой продукции с промежуточной влажностью на основе рыбного фарша / М.П. Андреев, Б.Л. Нехамкин, Е.И. Степаненко // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 108-111.
10. Andreev M.P. Some of the stages of improvement of technology of salt production with intermediate moisture content based on minced fish / M.P. Andreev, B.L. Nehamkin, E.I. Stepanenko // Fisheries. – 2016. – No. 2. – P. 108-111.
11. Шендерюк В.И. Производство слабосоленой рыбы. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – С. 112-131.
11. Shenderuk V.I. Production of salted fish. – M.: Food industry, 1976. – P. 112-131.
12. Быков В.П. Изменение мяса рыбы при холодильной обработке: Автолитические и бактериальные процессы. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 221 с.
12. Bykov V.P. Changes of fish meat during refrigerated cold treatment: The Autolytic and bacterial processes. – M.: Agropromizdat. – 1987. – P.221.
13. Schubring R. Comparison of the ripening process in salted Baltic and North Sea herring as measured by instrumental and sensory methods / R. Schubring, J. Oehlenschläger // Z. Lebensm Unters Forsch A., 1997. – 205. – P. 89-92.
13. Schubring R. Comparison of the ripening process in salted Baltic and North Sea herring as measured by instrumental and sensory methods / R. Schubring, J. Oehlenschläger // Z. Lebensm Unters Forsch A., 1997. – 205. – P. 89-92.
14. Olsen S., Skara T. Chemical changes during ripening of North Sea herring. 1997. <https://www.researchgate.net/publication/262047752>.
14. Olsen S., Skara T. Chemical changes during ripening of North Sea herring. 1997. <https://www.researchgate.net/publication/262047752>.
15. Богданов В.Д., Благоданова М.В., Салтанова Н.С. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых / В.Д. Богданов, М.В. Благоданова, Н.С. Салтанова // Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2007. – 235 с.
15. Bogdanov V.D. Modern technologies of production of salty products from Pacific herring and salmon / V.D. Bogdanov, M.V. Blagodarova, N.S. Saltanova // Petropavlovsk-Kamchatsky: New Book, 2007. – P. 235.

Ключевые слова:
 биохимический состав
 мышц и печени, карповые
 рыбы, липиды, ферменты
 аминотрансфераз, лещ

Keywords:
 biochemical composition
 of muscles and liver, cyprinid
 fish, lipids, aminotransferase
 enzymes, bream

Биохимический состав печени и мышц карповых рыб

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-108-111

Р.А. Гулиев – директор по производству, Федеральная сеть клинико-диагностических лабораторий СИТИЛАБ; соискатель **И.А. Бурлаков** – советник министра, Министерство промышленности и природных ресурсов Астраханской области д-р биол. наук, доцент, профессор **И.В. Волкова** – кафедра Гидробиологии и общей экологии, Астраханский государственный технологический университет (ГБОУ ВО «АГТУ»); канд. биол. наук, доцент **Э.И. Мелякина** – кафедра Гидробиологии и общей экологии, Астраханский государственный технологический университет (ГБОУ ВО «АГТУ»); д-р биол. наук, доцент, профессор **В.Н. Крючков** – кафедра Гидробиологии и общей экологии, Астраханский государственный технологический университет (ГБОУ ВО «АГТУ»);

@ 30ruslan@gmail.com;
 bur-444@mail.ru;
 gridasova@mail.ru;
 melyakina_el@mail.ru;
 kvn394@rambler.ru

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE LIVER AND MUSCLES OF CYPRINID FISH

R.A. Guliyev – Production Director, Federal Network of Clinical and Diagnostic Laboratories CITILAB; applicant **I.A. Burlakov** – adviser to the Minister, Ministry of industry and natural resources of the Astrakhan region
 Doctor of Biological Sciences, associate Professor **I.V. Volkov** – Department of Hydrobiology and General ecology, Astrakhan state technical University (GBOU VO AGTU);
 Cand. Biol. Sciences, associate Professor **E.I. Melekhina** – Department of Hydrobiology and General ecology, Astrakhan state technical University (GBOU VO "ASTU");
 Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor **V.N. Kryuchkov** – Department of Hydrobiology and General Ecology, Astrakhan State Technological University (SBEI VO "AGTU"),
 30ruslan@gmail.com; bur-444@mail.ru; gridasova@mail.ru;
 melyakina_el@mail.ru; kvn394@rambler.ru

Disorders in the liver are often accompanied by changes in its lipid composition. And since the liver performs many functions in the body, indicators of liver metabolic processes can reflect the living conditions and General condition of the fish body. The article provides information about some biochemical parameters of the liver and muscles of bream caught in the waters of the Volga Delta in different years. It seems that the causes of changes in the accumulation of lipids in the liver and muscles may be different factors (fish species, season, physiological state). Ultimately, the lipid content is determined by a number of processes. The complex of physiological and biochemical parameters proposed by the authors can be used to assess the degree of environmental stress on cyprinid fish.

Адаптация видов к условиям существования предполагает единство организма и среды. Следствием влияния условий среды на живые организмы являются реакции органов и систем органов, отражением которых, в частности, служат биохимические показатели.

Липиды у рыб выполняют многие уникальные функции, которые зачастую не характерны для высших позвоночных, именно поэтому процессу липидного обмена рыб посвящено множество работ.

Интерес к липидам в тканях продиктован тем, что, как было

показано в ранее проведённых исследованиях [11] нарушения в печени зачастую сопровождаются изменениями в её липидном составе. Поскольку печень осуществляет в организме множество функций, показатели метаболических процессов печени могут отражать условия обитания и общее состояние организма рыб.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили разновозрастные лещи (*Abramis brama orientalis*, *Abramis Cuvier*), отловленные в водоёмах дельты Волги в разные годы.

Морфобиологический анализ выполняли по методике И.Ф. Правдина [6].

Белок и гликоген определялся спектрофотометрически [5].

Общие липиды в тканях определялись по Цольнеру в модификации С.И. Седова [8].

Биохимический анализ крови осуществлялся с использованием биохимического автоматического анализатора BS-200, активность ферментов – по методу Райтмана-Френкеля [10].

Лизоцим в сыворотке крови определяли методом серийных разведений по литическому воздействию на тест-микроорганизмы *Micrococcus lysodeicticus* [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для того, чтобы нивелировать возможное влияние возрастных изменений биохимических показателей леща, при анализе использовались особи обоего пола в возрасте от 3 до 4+, длиной от 23,0 до 35,0 см.

Сведения о некоторых биохимических показателях печени леща представлены в таблице 1.

Упитанность является косвенным показателем накопления жиров в организме. Как видно из таблицы, от весны к осени происходит увеличение коэффициента упитанности как у самцов, так и у самок. Так, у самцов упитанность от весны к осени увеличилась с 1,12 до 2,11, у самок этот показатель составил соответственно 1,19 и 1,99 ($P < 0,05$).

Наименьшее содержание белка в печени у самок леща было отмечено летом и составило $71,44 \pm 5,5$ мг/г. Это несколько меньше весеннего показателя, хотя разница между весенним и летним содержанием белка в печени недостоверна. У самцов наименьшее содержание белка в печени наблюдается летом. В дальнейшем и у самцов, и у самок наблюдается повышение концентрации белка в печени до величин $80,40 \pm 4,22$ и $64,40 \pm 3,32$ мг/кг, соответственно ($P < 0,05$).

Что касается общих липидов, то наблюдается отчётливо выраженная тенденция повышения их содержания в печени с 13,2 мг/г до 17,42 мг/г у самок осенью, а у самцов с 10,54 до 15,22 мг/г.

Нарушения в печени зачастую сопровождаются изменениями в её липидном составе. А поскольку печень осуществляет в организме множество функций, показатели метаболических процессов печени могут отражать условия обитания и общее состояние организма рыб. В статье приводятся сведения о некоторых биохимических показателях печени и мышц леща, отловленных в водоёмах дельты Волги в разные годы. Представляется, что причинами изменений в накоплении липидов в печени и мышцах могут быть разные факторы (вид рыб, сезон, физиологическое состояние). В конечном итоге содержание липидов определяется целым рядом процессов. Предложенный авторами комплекс физиолого-биохимических показателей может быть использован для оценки степени стрессового воздействия окружающей среды на карповых рыб.

Как правило, термин «общие липиды» обозначает все жироподобные вещества, которые могут быть выделены из органа (ткани, организма) экстрагированием соответствующим растворителем. Состав общих липидов сложен, но в целом они состоят из липидов запасных (это в основном триацилглицерины) и липидов биологических мембран (фосфолипидов и холестерина) [9].

Таким образом, можно констатировать увеличение содержания в печени леща от весны к осени как водорастворимых белков, так и суммарных (общих липидов). Это увеличение, очевидно, связано с запасом веществ после нереста во время нагула, для подготовки к зиме и последующему созреванию половых продуктов. Различия в накоплении белка и липидов между самцами и самками можно объяснить различной интенсивностью протекания метаболизма, в связи с различной потребностью в запасаемых веществах: гонады самок значительно больше, чем у самцов, и требуют для своего созревания больше белков и липидов, а также и энергии.

Наибольшее содержание общих липидов в мышцах леща было отмечено осенью, у самок и самцов, соответственно – $72,55 \pm 3,85$ и $92,36 \pm 3,90$ мг/г. Разница в накоплении липидов у самок в мышцах весной и осенью была незначительной, в то же время у самцов с весны к осени наблюдалась устойчивая тенденция увеличения концентрации липидов с $65,10 \pm 2,32$ до $72,55 \pm 3,85$ мг/г у самок ($P < 0,05$) и с $72,50 \pm 4,06$ до $92,36 \pm 3,90$ мг/г у самцов ($P < 0,05$). Что касается белковой составляющей, то наблюдается обратная тенденция, и к осени содержание водорастворимых белков в мышцах леща снижается у представителей обоих полов.

Таблица 1. Биохимический состав печени леща в зависимости от сезона и пола /

Table 1. Biochemical composition of bream liver depending on season and sex

Месяц	Пол	Упитанность	Белок, мг/г	Липиды, мг/г	Гликоген, мг/г
апрель	♀♀	1,19±0,02	73,20±4,30	13,20±1,11	26,14±0,98
	♂♂	1,12±0,02	66,47±3,40	10,54±1,24	27,16±0,95
июль	♀♀	1,65±0,03	71,44±5,50	16,25±1,70	29,44±1,26
	♂♂	1,61±0,07	53,15±3,85	11,48±1,08	19,66±1,42
октябрь	♀♀	1,99±0,04	80,40±4,22	17,42±1,55	45,45±1,64
	♂♂	2,11±0,05	64,40±3,32	15,22±1,90	37,6±1,83



Рисунок 1. Предлагаемая схема проведения эколого-токсикологического мониторинга водных экосистем

Figure 1. Proposed scheme of ecological and toxicological monitoring of aquatic ecosystems

Исходя из полученных результатов, изменения содержания белков и липидов в печени и в мышцах в разные сезоны, в период от нереста до окончания летнего нагула, можно сделать вывод, что роль печени, как депо необходимых веществ, в большей степени выражена у самок. Самцы же имеют более высокую упитанность. Эти различия можно объяснить тем, что самцы аккумулируют резервные вещества преимущественно в мышцах. Что касается самок, то они, по всей видимости, в большей степени, чем самцы, используют резервные возможности печени.

Мембранные липиды, кроме того, что они являются основными компонентами биомембран (например, холестерин, фосфолипиды), тем не менее, могут накапливаться в клетках (цитоплазме) в том числе и в свободном состоянии. Такие формы накопления встречаются в виде метаболитов, в виде комплексов с белками (как запасные формы липидов) [9].

В настоящее время имеется большое количество литературных данных, которые показывают наличие у рыб сезонной вариативности содержания общих липидов или их отдельных классов. Так, например, показано, что содержание липидов и, в частности, фосфолипидов и холестерина меняется при смене сезона года, главным образом коррелируя с созреванием гонад. В мышцах изменения в содержании липидов у разных видов рыб происходит в разной степени [12].

Представляется, что причинами изменений в накоплении липидов в печени и мышцах могут быть разные факторы (вид рыб, сезон, физиологическое состояние). В конечном итоге содержание липидов определяется целым рядом процессов, в частности поступлением жиров с пищей или новообразованием биомембран, вызванным активацией той или иной физиологической функции. Кроме того, изменения в соотношении липидов происходят, например, при стрессе, в связи с биосинтезом кортикостероидов [3].

Таким образом, накопление липидов и, возможно, белков при нагуле карповых рыб (на примере леща) можно считать процессом, направленным на адаптацию метаболизма рыб при переходе от нереста к созреванию гонад.

Вместе с тем, следует отметить следующее. В целом для карповых рыб характерно относительно незначительное использование печени в качестве депо липидов, в отличие, например, от трескообразных (*Gadiformes*) и частично осетрообразных (*Acipenseriformes*), вместе с тем известно, что при некоторых патологических состояниях печени обнаруживается жировая дистрофия последней [4].

Аланинаминотрансфераза (АЛТ) и аспартатаминотрансфераза (АСТ) – это ферменты из подгруппы трансаминаз (аминотрансфераз), синтезируются внутриклеточно, участвуют в аминокислотном обмене. Поскольку указанные ферменты образуются и функционируют в клетках тканей органов, преимущественно в печени, то в кровь они поступают только при повреждении клеток. Следовательно, обнаружение ферментов аминотрансфераз АЛТ и АСТ в крови сверх обычного содержания может свидетельствовать о протекании патологических процессов.

Исследованные рыбы были поделены на две группы, в зависимости от содержания в крови аминотрансфераз (табл. 3).

К первой группе были отнесены рыбы, у которых активность АЛТ и АСТ в крови была соответственно $2,09 \pm 0,27$ и $2,27 \pm 0,11$ ммоль/л·ч. Для печени этих рыб было характерно максимальное содержание белка ($72,26 \pm 3,32$ мг/г) и наименьшее, среди всех исследованных лещей, содержание липидов.

У особей из другой группы было выявлено большее содержание в печени липидов ($20,43 \pm 2,45$ мг/г) ($P < 0,05$). По свидетельству А.В. Герман и В.И. Козлов-

Таблица 2. Биохимический состав мышц леща / **Table 2.** The biochemical composition of muscle of bream

Месяц	♀♀		♂♂	
	Общие липиды, мг/г	ВРБ, мг/г	Общие липиды, мг/г	ВРБ, мг/г
апрель	$65,10 \pm 2,32$	$52,4 \pm 4,55$	$72,50 \pm 4,06$	$50,26 \pm 3,64$
Июль	$60,60 \pm 2,24$	$56,2 \pm 2,49$	$70,50 \pm 3,25$	$48,38 \pm 1,92$
Октябрь	$72,55 \pm 3,85$	$42,94 \pm 1,09$	$92,36 \pm 3,90$	$44,42 \pm 2,12$

Таблица 3. Биохимический состав печени леща в зависимости от степени патологии органа / **Table 3.** The biochemical composition of the bream liver, depending on the degree of pathology of the organ

АЛТ в крови, ммоль/л·ч	АСТ в крови, ммоль/л·ч	Коеф. Де Ритиса	Липиды, мг/г	Белок, мг/г	Гликоген, мг/г	Лизоцим в крови, усл. ед./мл
$2,09 \pm 0,27$	$2,27 \pm 0,11$	1,09	$11,30 \pm 1,35$	$72,26 \pm 3,32$	$20,25 \pm 1,06$	$3,52 \pm 0,30$
$4,78 \pm 0,31$	$3,52 \pm 0,28$	0,74	$20,43 \pm 2,45$	$55,15 \pm 4,82$	$9,23 \pm 2,16$	$5,25 \pm 0,40$

ской [2], в норме в печени карповых рыб липиды не накапливаются. Исходя из этого, можно сделать заключение, что повышение содержания общих липидов может быть связано с нарушениями в липидном обмене.

Кроме изменений в липидном обмене были выявлены изменения в содержании белка. Наибольшее содержание белка отмечено в печени рыб первой группы – $72,26 \pm 3,32$ мг/г. При увеличении активности трансаминаз, в крови прослеживается однозначная тенденция уменьшения содержания белка до $55,15 \pm 4,82$ мг/г.

Гликоген является основным запасаемым веществом в печени. Известно, что уровень гликогена может служить достоверным индикатором состояния стресса. Гликоген – легко мобилизуемое вещество, используемое организмом в качестве энергетического субстрата для обеспечения энергией физиологических процессов, лежащее в основе реакции на экстремальные или повреждавшие факторы внешней среды. Любое, чрезвычайное по силе, изменение факторов среды сопровождается мобилизацией резервов гликогена для возрастающих потребностей организма в глюкозе, что проявляется снижением его запасов.

Лизоцим – это один из факторов неспецифической защиты от патогенов. Нахождение лизоцима в различных органах и тканях во многом определяет их бактерицидную активность, обуславливая защиту организма от сапрофитных и патогенных микроорганизмов.

Роль того или иного вещества, в первую очередь, зависит от той физиологической роли, которую оно играет в организме рыб. И хотя каждый класс веществ выполняет в организме не одну, а несколько функций, чаще всего определяющее значение в конкретной экологической ситуации имеет какая-то одна или небольшое число этих функций [9].

На основании результатов, полученных при выполнении данной работы, можно заключить, что данный комплекс физиолого-биохимических показателей может быть использован для оценки степени стрессового воздействия окружающей среды на карповых рыб.

Как известно, одного только факта присутствия и обнаружения поллютанта в компонентах экосистем (абиотических или биотических) совершенно недостаточно для негативной интерпретации события. В связи с данным обстоятельством, И.И. Рудневой [7] был предложен комплексный экотоксикологический подход в мониторинговых исследованиях, с использованием «индикаторов реагирования» трёх уровней.

Индикаторы первого уровня («индикаторы присутствия»), должны свидетельствовать о самом факте нахождения поллютанта в окружающей среде. По индикаторам «прямых эффектов» судят о превышении пороговых значений содержания поллютантов в среде, когда действием ксенобиотиков были запущены определённые процессы реагирования в организме. Например, И.И. Руднева [7], к числу индикаторов «прямых эффектов» отнесла иммунный статус, показатели липидного обмена, дисфункции ферментов и другие. И, наконец, индикаторы третьего уровня характеризуют эффекты ксенобиотиков на различные морфофизиологические показатели рыб.

При всей ценности такого подхода он не учитывает, что реакции в организме рыб являются следствием

сочетаемого воздействия факторов среды и естественных физиологических процессов, связанных с нагулом, миграциями, генеративными циклами. В связи с этим, при проведении мониторинговых исследований, необходимо учитывать не только влияние загрязнителей.

Наше предложение по общей схеме подобного рода исследований представлено на рисунке 1.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Генералова Л.П. Методика определения лизоцима жидкостно-гелевым способом. // Л.П. Генералова, О.В. Ситнова – М.: ВНИИПРХ, 1994. – 3 с.
1. Generalova L.P. Method of determining lysozyme by liquid-gel method. // L.P. Generalova, O.V. Sitnova – M.: VNIIPRH, 1994 – P. 3.
2. Герман А.В. Гепатосоматический индекс и биохимический состав печени леща *Abramis brama* Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища при различных уровнях накопления органических токсикантов // А.В. Герман, В.И. Козловская // Вопросы ихтиологии, 2001, Т. 41, № 2. – С. 249-252.
2. Herman A.V. Hepatosomatic index and biochemical composition of the liver of the bream *Abramis brama* of the Sheksninsky ples of the Rybinsk reservoir at different levels of accumulation of organic toxicants / A.V. Herman, V.I. Kozlovskaya // Questions of Ichthyology, 2001. – vol. 41. – no. 2. – P. 249-252.
3. Залевская И.Н. Особенности обмена липидов рыб как биомаркеры загрязнения окружающей среды // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: Материалы Международной конференции. – Петрозаводск, 2004. – С. 48, 238.
3. Zalevskaya I.N. Features of fish lipid metabolism as biomarkers of environmental pollution // Modern problems of physiology and biochemistry of aquatic organisms: Proceedings of the International Conference. – Petrozavodsk, 2004. – P. 48, 238.
4. Крючков В.Н. Морфология органов и тканей водных животных // В.Н. Крючков, Г.М. Абдурахманов, Н.Н. Федорова – М.: Наука, 2004. – 144 с.
4. Kryuchkov V.N. Morphology of organs and tissues of aquatic animals / V.N. Kryuchkov, G.M. Abdurakhmanov, N.N. Fedorova – M.: Nauka, 2004 – P. 144.
5. Методы биохимических исследований / Ред. ред. проф. М.И. Прохорова. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. – С. 234-241.
5. Methods of biochemical research / Ed. prof. M.I. Prokhorov. – L.: LSU Publishing House, 1982. – P. 234-241.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – С. 250-263.
6. Pravdin I.F. Guide to the study of fish. – M.: Food industry, 1966. – P. 250-263.
7. Руднева И.И. Сельскохозяйственные аспекты водной экотоксикологии (обзор литературы) Гигиена и санитария, 2007. – №2. – С. 24-28.
7. Rudneva I.I. Agricultural aspects of aquatic ecotoxicology (literature review) Hygiene and sanitation, 2007. – No. 2. – P. 24-28.
8. Седов С.И. Некоторые особенности жирового и белкового обмена у каспийского тюленя в естественных условиях и при экспериментальном голодании // С.И. Седов, В.Д. Румянцев, С.Б. Кривасова, М.К. Юсупов // Энергетические аспекты роста и обмена водных животных. – Киев: Наукова думка, 1972. – С. 198-200.
8. Sedov, S.I. Some features of fat and protein metabolism in Caspian seals in natural conditions and in experimental starvation / S.I. Sedov, V.D. Rumyantsev, S.B. Krivcova, M.K. Yusupov // Energetic aspects of the growth and exchange of aquatic animals. – Kiev: Naukova dumka, 1972. – P. 198-200.
9. Сидоров В.С. Экологическая биохимия рыб. Липиды. – Л.: Наука: Ленингр. отд-ние, 1983. – 240 с.
9. Sidorov V.S. Ecological biochemistry of fish. Lipids – L.: Nauka: Leningr. otd., 1983. – P. 240.
10. Филимонов К.Р. Лабораторная и инструментальная диагностика заболеваний внутренних органов. – М.: Наука, 1995. – 342 с.
10. Filimonov K. R. Laboratory and instrumental diagnostics of diseases of internal organs. – M.: Nauka, 1995. – P. 342
11. Шайдуллина Ж. М. Сезонная и возрастная динамика морфофизиологических показателей леща реки Урал // Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Астрахань, 2009. – 24 с.
11. Shaidullina Zh. M. Seasonal and age dynamics of morphophysiological indicators of bream of the Ural River. diss ... cand. Biol. Sciences. – Astrakhan, 2009. – P. 24
12. Щепкин В.Я. Сравнительная характеристика липидов печени и мышц ставриды и скарпы // Научные доклады высшей школы: Серия биологические науки, 1972, №2. – С. 36-39.
12. Shchepkin V. Ya. Comparative characteristics of liver lipids and muscles of horse mackerel and scorpion // Scientific reports of the higher school: Series of biological sciences, 1972. – No. 2. – P. 36-39.

Ключевые слова:
sous-vide, optimal technological parameters, thermal processing, fish culinary product, *Gobiidae*, mathematical modeling, mathematical model, organoleptic evaluation, expiration date

Keywords:
Sous Vide, оптимальные технологические параметры, термическая обработка, рыбное кулинарное изделие, бычок азовский, математическое моделирование, математическая модель, органолептическая оценка, *Gobiidae*, срок годности

Определение срока годности замороженных кулинарных изделий из бычка азовского с применением технологии Sous Vide

DOI 10.37663/0131-6184-2021-1-112-118

Рисунок 1. Вакуумированные кулинарные изделия «Котлеты из бычка Sous Vide» после тепловой обработки
Figure 1. Vacuumed culinary products "Steers cutlets Sous Vide" after heat treatment

Аспирант **О.Н. Кривонос** – кафедра «Технология товаров и товароведение», Астраханский государственный технологический университет; д-р техн. наук, профессор **Н.В. Долганова** – кафедра «Технология товаров и товароведение», Астраханский государственный технологический университет (ФГБОУ ВО «АГТУ»); канд. техн. наук

В.В. Богомолова – сектор технологий переработки водных биоресурсов, отдел «Керченский» Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

@ kryvonos.olga@mail.ru;
dolganova-natalya@yandex.ru;
bogomolovavalery@yandex.ru

DETERMINATION OF EXPIRATION DATE OF FROZEN CULINARY PRODUCTS DERIVED FROM AZOV SEA GOBIIDAE USING SOUS VIDE TECHNOLOGY

Post-graduate student **O. N. Krivonos** – Department of "Technology of Goods and Commodity Science", Astrakhan State Technological University; doctor of technical Sciences, Professor **N.In. Dolganova** – the Department "Technology of products and commodities", Astrakhan state technical University (FGBOU VO "ASTU"); candidate of technical sciences **V.V. Bogomolov** – sector of technologies for processing of aquatic biological resources, Department of "Kerch" Azov-black sea branch of FSBI "VNIRO" ("Azniirkh»), kryvonos.olga@mail.ru; dolganova-natalya@yandex.ru; bogomolovavalery@yandex.ru

The quality and safety of frozen culinary products fabricated using the Sous-Vide technology were studied. The developed technology helps to preserve the structure of the product, its taste and aroma, and also saves a more delicate and juicy consistency. The object of the research was culinary products - frozen cutlets made from the Azov bull. Based on the results of the study of a complex of microbiological, organoleptic, physicochemical parameters, the shelf life of culinary products was established, during which the high quality and microbiological safety of the product is guaranteed.

ВВЕДЕНИЕ

Технология Sous Vide позволяет сохранить структуру продукта, его вкус и аромат, а также сделать его нежным и сочным; продлить сроки годности без использования консерванта, за счет уменьшения микробиальной обсемененности готового изделия [1-6].

Цель работы: оценить качество, безопасность и обосновать срок годности замороженных кулинарных изделий из бычка азовского с при-

менением технологии Sous Vide.

Для достижения обозначенной цели были поставлены следующие **задачи**:

- определить оптимальный режим тепловой обработки кулинарных изделий;
- исследовать микробиологические, органолептические, физико-химические показатели готового продукта;
- установить сроки годности готового продукта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований – кулинарные изделия из бычка (котлеты). Используемое сырье – бычок азовский *Gobiidae*, осеннего вылова (сентябрь 2019 г.). По показателям безопасности рыба соответствовала требованиям ТР ТС 021/2011 [7].

Продукт упаковывали на вакуумном аппарате Solis Vac Premium. Дальнейшую термообработку проводили в водяной бане ЛБ 63.

Оптимальные режимы термообработки – продолжительность и температуру воды в водяной бане определяли методом математического моделирования [8] в программе "STATGRAPHICS Plus Version 5.0".

Образцы замороженных кулинарных изделий исследовались на присутствие: КМАФАнМ по ГОСТ 10444.15-94 [9]; БГКП по ГОСТ 31747-2012 [10]; бактерий рода *Staphylococcus aureus* по ГОСТ Р 31746-2012 [11]; сульфатредуцирующих клостридий по ГОСТ 29185-2014 (ISO 15213:2003) [12]; плесневых грибов по ГОСТ 10444.12-2013 [13]; род бактерий семейства *Enterococcaceae* по ГОСТ 32064-2013 [14].

Органолептическую оценку рыбных кулинарных изделий проводили в соответствии с ГОСТ 7631-2008 [15], используя разработанные пятибалльные шкалы.

Определение активной кислотности, азота летучих оснований, небелкового азота и кислотного числа жира проводили в соответствии с ГОСТ 7636-85 [16].

Статистическая обработка данных проводилась стандартными методами оценки результатов испытаний для малых выборок с помощью программы Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Технология включает следующие процессы: рыбу предварительно мыли, разделяли на тушку, обесшкуривали и отделяли филе от костей. Подготовленное филе бычка измельчали с помощью мясорубки на фарш. К фаршу добавляли компоненты: яйцо, сухое молоко, сало, крахмал, лук и специи. Из полученной фаршевой смеси формировали

Исследовалось качество и безопасность замороженных кулинарных изделий, изготовленных по технологии *Sous Vide*. Разработанная технология способствует сохранению структуры продукта, его вкуса и аромата, а также сохраняет более нежную и сочную консистенцию. Объектом исследования являлись кулинарные изделия – котлеты замороженные, изготовленные из азовского бычка. По результатам исследования комплекса микробиологических, органолептических, физико-химических показателей установлен срок годности кулинарных изделий, в течение которого гарантированно высокое качество и микробиологическая безопасность продукта.

с помощью округлой формы котлеты, примерным весом 100 г каждая. Затем котлеты направлялись в морозильную камеру для подмораживания, при температуре минус 18°C в течение 4 часов. Данная операция необходима, чтобы избежать дальнейшей деформации полуфабрикатов при вакуумировании. Подмороженные котлеты укладывали в полимерные пищевые пакеты, которые предназначены для приготовления по технологии *Sous Vide*, а также замораживания пищи и разогрева в печах СВЧ.

С помощью вакууматора из пакетов откачивался воздух, запаивался шов. Дальнейшую термообработку проводили в водяной бане ЛБ 63.

Моделирование процесса термообработки кулинарных изделий из рыбы основано на эмпирической зависимости выходного фактора от нескольких входных факторов. В качестве выходного фактора выбрали микробиологический показатель КМАФАнМ, который для варено-мороженных и быстрозамороженных обеденных блюд не должен превышать $2 \cdot 10^4$ КОЕ/г [17].

На данный показатель непосредственно оказывают влияние температура T (°C) и продолжительность термообработки τ (мин.), поэтому они были выбраны в качестве входных факторов. Диапазон изменения фактора T выбран от 58 до 72°C,

Таблица 1. План эксперимента по моделированию режима тепловой обработки кулинарных изделий и результаты его реализации / **Table 1.** The plan of the experiment on modeling the mode of heat treatment of culinary products and the results of its implementation

Номер Образца	Условия		Показатель КМАФАнМ, КОЕ/г
	$T, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{мин.}$	
1	60	25	$2,5 \cdot 10^4$
2	70	25	$1,7 \cdot 10^4$
3	60	40	$1,9 \cdot 10^4$
4	70	40	$1,2 \cdot 10^4$
5	58	32,5	$1,8 \cdot 10^4$
6	72	32,5	$1,3 \cdot 10^4$
7	65	22	$2,2 \cdot 10^4$
8	65	43	$1,6 \cdot 10^4$
9	65	32,5	$1,7 \cdot 10^4$
10	65	32,5	$1,7 \cdot 10^4$

Таблица 2. Динамика микробиологического показателя КМАФАнМ кулинарных изделий при температуре минус 18°C (n=5, P≤0,05) / **Table 2.** Dynamics of the microbiological index of NMAFAnM of culinary products at a temperature of minus 18°C (n=5, P≤0,05)

Показатель	Допустимый уровень	Срок хранения, мес	Вид кулинарного изделия	
			котлета из бычка контроль	«Котлета из бычка Sous Vide»
КМАФАнМ, КОЕ/г не более	2·10 ⁴	0	1,6·10 ⁴	1,5·10 ⁴
		1	8,2·10 ³	8,1·10 ³
		2	7,5·10 ³	7,6·10 ³
		3	6,3·10 ²	6,7·10 ²
		4	5,3·10 ²	5,6·10 ²
		5	6,1·10 ²	6,1·10 ²
		6	5,3·10 ²	5,4·10 ²

а фактора τ – от 22 до 43 минут. Такой диапазон был выбран с учетом минимальной температуры начала денатурации белка (температура 50°C) и времени, необходимым на прогрев и доведение до кулинарной готовности подмороженного полуфабриката.

Для установления эмпирической зависимости между микробиологическим показателем КМАФАнМ, температурой и продолжительностью термообработки $y = f(T, \tau)$ был предварительно составлен план эксперимента (табл. 1), включающий 10 опытов. Каждая строка матрицы – это условия эксперимента.

В соответствие с выше приведённым планом эксперимента по моделированию процесса термообработки, подготовленные котлеты подвергали термической обработке в водяной бане. После каждого опыта термообработанные образцы (рис. 1) сразу же охлаждались в морозильной камере и направлялись в лабораторию на дальнейшие исследования.

Уравнение регрессии, описывающее процесс продолжительности термообработки и необходимого времени для получения безопасного готового кулинарного изделия «Котлета из бычка по технологии Sous Vide», имеет вид:

$$y = 16475,3 + 1831,156T - 2202,53\tau - 20,0T^2 + 6,66667T\tau + 22,2222\tau^2; \quad (1)$$

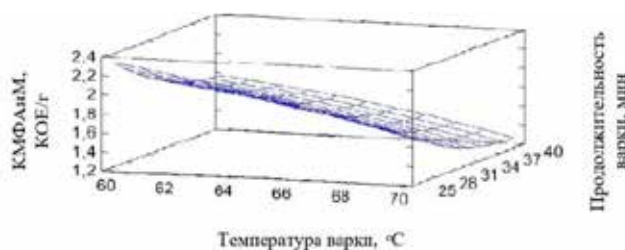


Рисунок 2. Поверхность отклика (зависимость значений КМАФАнМ от продолжительности и температуры варки) для образцов «Котлета из бычка Sous Vide»

Figure 2. The response surface (the dependence of the values of NMAFAnM on the duration and temperature of cooking) for the samples "Cutlet from a goby Sous

$$F\text{-ratio} = 0,44; \\ R^2 = 0,92$$

Проверка адекватности уравнения регрессии, в заданной области факторного пространства, проводилась при помощи критерия Фишера. Для уравнений, описывающих процесс тепловой обработки кулинарных изделий, значение расчетной величины критерия Фишера составило $F\text{-ratio}=0,44$. Для определения табличного значения F – критерия Фишера необходимо определить число степеней свободы объясненной дисперсии линейного уравнения, f_1 равно количеству объясняющих переменных, в данном случае $f_1=2$). Число степеней свободы необъясненной дисперсии рассчитывается по формуле:

$$f_2 = N - k - 1, \quad (2)$$

где N – количество экспериментальных точек, k – количество объясняющих переменных.

$$f_2 = 10 - 2 - 1 = 7,$$

Для уровня значимости $\alpha=0,05$ и числа степеней свободы $f_1=2$, $f_2=7$ равно $F_t=4,74$. Расчетное значение F – критерия Фишера меньше табличного значения, что позволяет сделать вывод об адекватности модели, т.е. полученная математическая зависимость с высокой точностью описывает процесс [18].

Полученное уравнение регрессии позволяет предсказать значение функции отклика для заданных условий проведения эксперимента, а также даёт информацию о форме поверхности отклика. Исследование этой поверхности необходимо для выбора оптимальных параметров – температуры и продолжительности.

Поверхность отклика y от заданных факторов эксперимента для всех опытных образцов представлена на рисунке 2.

С помощью программы "STATGRAPHICS Plus Version 5.0" провели оптимизацию полученных результатов микробиологического исследования образцов. После получения уравнений регрессии, связывающих переменные, математическую модель оптимизировали с учётом отклика – показатель КМАФАнМ (КОЕ/г), с целью определе-

Таблица 3. Изменение органолептических показателей кулинарных изделий при хранении в течении 6 месяцев при температуре минус 18°C / **Table 3.** Changes in the organoleptic parameters of culinary products when stored for 6 months at a temperature of minus 18°C

Срок хранения, мес	Органолептическая оценка образцов, баллы	
	котлета из бычка контроль	«Котлета из бычка Sous Vide»
0	19	23
1	18	23
2	18	22
3	17	22
4	16	21
5	15	20
6	15	19

ния оптимального режима тепловой обработки продукта.

При оптимизации определяли комбинацию экспериментальных факторов по заданному отклику. Следует отметить, что значения отклика КМАФАнМ (КОЕ/г) должно не превышать значение показателя $2 \cdot 10^4$ КОЕ/г (для варено-мороженных и быстрозамороженных обеденных блюд). На основе полученных значений отклика, программа подбирает оптимальные значения, при которых соблюдаются данные условия: продолжительность обработки – 38 мин, температура – 72°C. Приготовленные образцы, по рекомендуемым параметрам, удовлетворяли органолептические и микробиологические показатели. Котлета из бычка была нежная, сочная с приятным ароматом.

Исследование качества и безопасности замороженных готовых блюд проводилось с момента изготовления в течение 6-ти месяцев низкотемпературного хранения (минус 18°C), с учетом комплекса микробиологических, органолептических, физико-химических показателей.

В качестве контрольного образца исследовали котлету из бычка, приготовленную традиционным способом тепловой обработки – на пару: котлетную массу, аналогичную по рецептуре с исследуемым образцом, формировали в котлеты массой примерно 100 г и обрабатывали паром в течение 30 мин., охлаждали, упаковывали в пакет, вакуумировали и замораживали в морозильной камере.

Количественный и качественный состав микроры заморозенных готовых блюд определяли по КМАФАнМ (табл. 2), наличие бактерий группы кишечной палочки, сульфатредуцирующих клостридий, плесени, золотистого стафилококка, а также наличие бактерий рода семейства Enterococcaceae после изготовления, на протяжении 6-ти месяцев хранения при температуре минус 18°C.

Результаты микробиологических исследований контрольных и разработанных образцов подтверждают безопасность анализируемых кулинарных изделий, в течение 6 месяцев.

Сенсорную оценку кулинарных изделий определяли по пяти показателям: внешний вид, вкус, цвет, консистенция, запах. Дегустационная оценка образцов исследуемых кулинарных изделий проводилась по разработанной 5-балльной шкале после размораживания и разогрева-

ния. В таблице 3 представлена средняя оценка качества.

Органолептическая оценка показала, что «Котлета из бычка Sous Vide» сохранила хорошие вкусовые качества и сочную консистенцию на протяжении 5-ти месяцев хранения, на 6-ом месяце появились первые признаки снижения качества – запах окисленного жира. Контрольные образцы

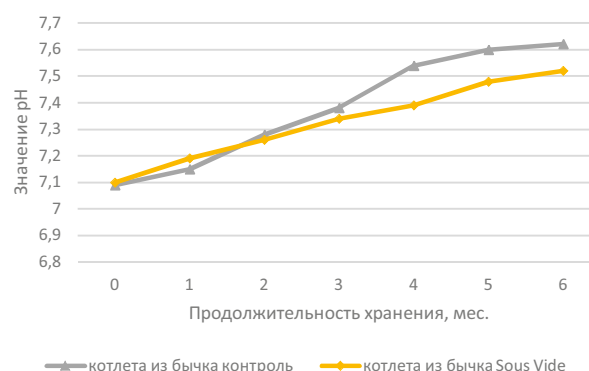


Рисунок 3. Изменение pH кулинарных изделий при хранении в течении 6 мес. при температуре минус 18°C (n=5, P≤0,05)

Figure 3. Change in the pH of culinary products during storage for 6 months at a temperature of minus 18°C (n=5, P≤0,05)

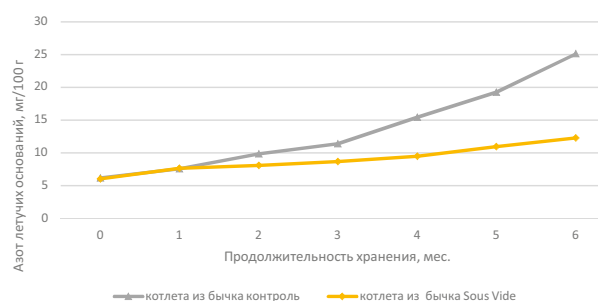


Рисунок 4. Изменение АЛО кулинарных изделий при хранении в течении 6 мес. при температуре минус 18°C (n=5, P≤0,05)

Figure 4. Changes in the ALO of culinary products during storage for 6 months at a temperature of minus 18°C (n=5, P≤0,05)

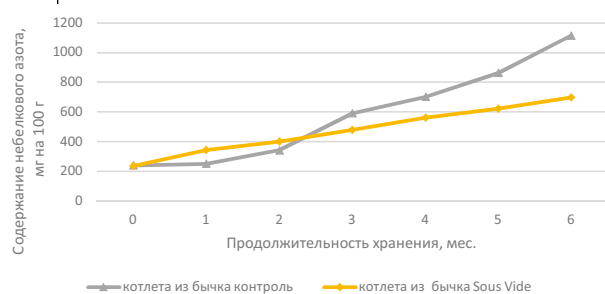


Рисунок 5. Изменение НБА кулинарных изделий при хранении в течении 6 мес. при температуре минус 18°C (n=5, P<0,05)

Figure 5. Changing the NBA of culinary products when stored for 6 months at a temperature of minus 18°C (n=5, P<0,05)

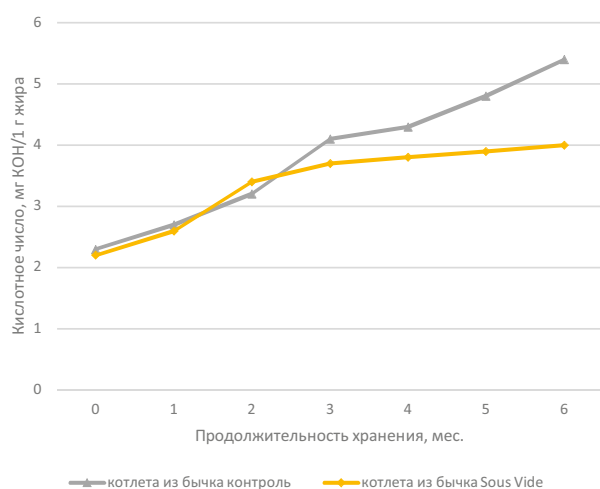


Рисунок 6. Изменение кислотного числа липидов замороженных кулинарных изделий при хранении в течении 6 мес. при температуре минус 18°C (n=5, P<0,05)

Figure 6. Changes in the acid number of lipids of frozen culinary products during storage for 6 months at a temperature of minus 18°C (n=5, P<0,05)

уже после 4 месяцев хранения характеризуются ослаблением аромата и появлением также запаха окисленного жира, потерей специфичности вкусовых свойств (средний балл – 15, при максимальном количестве баллов 25).

В связи с выше сказанным, можно сделать вывод, что по органолептическим показателям рекомендуемый срок годности кулинарных изделий Sous Vide составляет 5 мес. при температуре минус 18°C, контрольных образцов – 4 месяца.

Физико-химические показатели также характеризуют качество готового продукта в процессе хранения. Поэтому исследовались косвенные данные, показывающие химические изменения в процессе хранения: изменение активной кислотности, азот летучих оснований, небелковый азот и кислотное число.

Во время низкотемпературного хранения готовых блюд наблюдалось изменение активной

кислотности pH. На рисунке 3 показана динамика изменения значений pH на протяжении 6 месяцев холодильного хранения кулинарных изделий из бычка.

При исследовании качества готовых блюд при низкотемпературном хранении отмечается постепенное повышение реакции среды pH. Это свидетельствует о проходящем в мышечной ткани рыбы гидролизе белковых веществ, продукты распада которых изменяют показатель pH в сторону увеличения. В процессе хранения готовых блюд наблюдается незначительная смена активной кислотности в щелочную сторону. Наибольшее интенсивное изменение характерно для контрольного образца, что дает основания полагать, что более активно протекают процессы глубокого распада белков, чем в образцах, приготовленных по технологии Sous Vide.

Характер протеолиза и микробиологических процессов при низкотемпературном хранении кулинарных изделий оценивали по изменению содержания азота летучих оснований (АЛО), который накапливается в результате ферментативных процессов под действием протеаз и жизнедеятельности микроорганизмов и сопровождается расщеплением аминокислот с образованием аммиака, моно-, ди- и триметиламинов [19], а также небелкового азота (НБА). Изменение содержания АЛО в процессе хранения приведено на рисунке 4.

Из полученных данных можно сделать вывод, что процесс распада белковых веществ наиболее активно происходит в контрольном образце и к 6-му месяцу хранения значение АЛО достигает 25-30 мг/100г. В то же время как в образце «Котлета из бычка Sous Vide» значение АЛО в два раза ниже – 12,23 мг/100 г.

Подобные зависимости получены и при определении содержания небелкового азота (НБА) в образцах кулинарных изделий в процессе низкотемпературного хранения. На кривых (рис. 5) можно выделить два участка: до трех месяцев хранения – накопление небелковых продуктов протеолиза выражено слабо во всех образцах, затем идет более резкий рост НБА в контрольном образце.

На основании вышесказанного сделан вывод, что в первые три месяца низкотемпературного хранения готовых блюд интенсивность протеолиза белков невысока, а затем накопление небелкового азота и азота летучих оснований идет значительно быстрее в контрольных образцах. Таким образом, технология Sous Vide положительно влияет на замедление активности ферментов микроорганизмов и распад белков.

Кислотное число (КЧ) является важным показателем, определяющими степень свежести жира. Продуктами гидролитического распада липидов являются свободные жирные кислоты, глицерин, моноацилглицериды и диацилглицериды.

Изменение кислотного числа липидов представлено на рисунке 6.

Данные рисунка 6 свидетельствуют о том, что значение КЧ липидов кулинарных изделий во время хранения в течение 6-ти месяцев при температуре минус 18°C постепенно увеличивается.

Анализ динамики изменения КЧ в процессе хранения показал, что в образце с применением технологии Sous Vide темпы увеличения данного показателя были медленнее темпов его увеличения в контрольном образце. Первые три месяца хранения значения кислотного числа образцов было примерно одинаковое. Значение кислотного числа контрольного образца после 3-х месяцев хранения превышает норму, установленную для жиров рыб для производства пищевой продукции (4,0 мг КОН/1 г жира) [17], и составляет 4,1 мг КОН/1 г жира, что свидетельствует о более интенсивном гидролизе липидов и накоплении свободных жирных кислот в контрольном образце, в сравнении с образцом Sous Vide. Кислотное число липидов в «Котлете из бычка Sous Vide» на 6 месяцев хранения не превышает норму и составляет 4,0 мг КОН/1 г жира. Однако значение кислотного числа для котлеты Sous Vide является предельно допустимым, что необходимо учесть при установке срока годности продукта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате комплекса исследований установлено следующее:

- продолжительность тепловой обработки кулинарных изделий «Котлеты из бычка Sous Vide» составила 38 мин, при температуре – 72°C;
- микробиологические исследования подтверждают безопасность разработанных изделий в течении 6 месяцев;
- органолептическая характеристика показала, что «Котлеты из бычка Sous Vide» сохраняют вкусовые качества и сочную консистенцию на протяжении 5-ти месяцев хранения;
- по физико-химическим показателям «Котлеты из бычка Sous Vide» стабильны в хранении на протяжении 5-ти месяцев;
- по всем, выше перечисленным, показателям рекомендуемый срок годности замороженных кулинарных изделий «Котлета из бычка Sous Vide» – 5 месяцев.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Carrascal J.R. Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach // *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2019. – V. 16. – P. 100-108.
1. Carrascal J. R. Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach // *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2019. – V. 16. – P. 100-108.
2. Mathias P.C. The quest for umami: Can sous vide contribute? // *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2018. – V. 13. – P. 129-133.
2. Mathias P. S. The Search for Umami: Can Su vid contribute? // *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2018 – V. 13. – P. 129-133.
3. Shenggian S.F. Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control // *LWT*. 2019. – V. 103. – P. 169-177.
3. Shenggian S. F. Texture, color and sensory evaluation of dry boiled beef steaks treated with high-pressure treatment as a method of microbiological control // *LWT*. 2019. – V. 103. – P. 169-177.
4. Uttaro B. Efficacy of multi-stage sous-vide cooking on tenderness of low value beef muscles // *Meat Science*, 2019. – V. 149. – P. 40-46.
4. Uttaro B. The effectiveness of multi-stage sous-vide cooking on the tenderness of low-value beef muscles // *Meat Science*, 2019. – V. 149. – P. 40-46.

5. Stringer S.C. Predicting bacterial behaviour in sous vide food // *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2018. – V. 13. – P. 117-128.
5. Stringer S. S. Prediction of bacterial behavior in food sous vide // *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2018. – V. 13. – P. 117-128.
6. Cosansu S. Effect of grape seed extract on heat resistance of *Clostridium perfringens* vegetative cells in sous vide processed ground beef // *Food Research International*, 2019. – V. 120. – P. 33-37.
6. Kosansu S. Influence of grape seed extract on the heat resistance of vegetative cells of *Clostridium perfringens* in dry processed ground beef // *Food Research International*, 2019. – V. 120. – P. 33-37.
7. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». – Электросталь: ЦНТД «Регламент», 2012. – С. 164
7. Technical regulations of the Customs Union TR CU 021/2011 "On food safety". – *Elektrostal: TSNTD "Regulation"*, 2012. – P. 164
8. Ашихмин, В.Н. Введение в математическое моделирование: учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]; под ред. П. В. Трусова. – М: ЛОГОС, 2005. – С. 440.
8. Ashikhmin, V. N. Introduction to mathematical modeling: a textbook / V. N. Ashikhmin [et al.]; edited by P. V. Trusov. – M: LOGOS, 2005. – P. 440.
9. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М.: Стандартинформ, 2010. – С. 7.
9. GOST 10444.15-94. Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. – M.: Standartinform, 2010. – P. 7.
10. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек. – Введ. 2013-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – С. 20.
10. GOST 31747-2012. Food products. Methods for detecting and determining the number of bacteria of the *Escherichia coli* group. – Introduction. 2013-07-01. – Moscow: Publishing House of Standards, 2013. – P. 20.
11. ГОСТ 31746-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*. – Введ. 2013-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – С. 27.
11. GOST 31746-2012. Food products. Methods for detecting and determining the number of coagulase-positive staphylococci and *Staphylococcus aureus*. – Introduction. 2013-07-01. – Moscow: Izd-vo standartov, 2012. – P. 27.
12. Гост 29185-2014. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях. – Введ. 2016-01-01. М.: Стандартинформ, 2015. – С. 11.
12. Gost 29185-2014. Microbiology of food and animal feed. Methods for detecting and counting sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions. – Introduction. 2016-01-01. Moscow: Standartinform, 2015. – P. 11.
13. Гост 10444.12-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. – Введ. 2015-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. – С. 9.
13. Gost 10444.12-2013. Microbiology of food and animal feed. Methods for detecting and counting the number of yeast and mold fungi. – Introduction. 2015-07-01. Moscow: Standartinform, 2014. – P. 9.
14. ГОСТ 32064-2013 Методы выявления и определения количества бактерий семейства Enterobacteriaceae. – Введ. 2014-07-01. М.: Стандартинформ, 2013. – С. 20.
14. GOST 32064-2013 Methods for detecting and determining the number of bacteria of the Enterobacteriaceae family. – Introduction. 2014-07-01. Moscow: Standartinform, 2013. – P. 20.
15. ГОСТ 7631-2008 – Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М.: Стандартинформ, 2011. – С. 11.
15. GOST 7631-2008-Fish, non-fish objects and products from them. Methods for determining organoleptic and physical parameters. – M.: Standartinform, 2011. – P. 11.
16. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – С. 131.

16. GOST 7636-85 Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis. – М.: Publishing House of standards, 1991. – P. 131.
17. ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза. О безопасности рыбы и рыбной продукции. – Принят Решением Высшего Евразийского экономического совета №162 от 18.10.2016 г. – 2016. – С. 140.
17. TR EAEU 040/2016. Technical Regulations of the Eurasian Economic Union. About the safety of fish and fish products. – Adopted by the Decision of the Supreme Eurasian Economic Council No. 162 of 18.10.2016-2016. – P. 140.
18. Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных: метод. Указания к лаб. работам / сост.: Р. И. Макаров, Е. Р. Хорошева; Владим. гос. ун-т имени Александра

- Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013 – С. 61.
18. Models and methods of planning experiments, processing experimental data: method. Instructions to the lab. works / comp.: R. I. Makarov, E. R. Khorosheva; Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov. – Vladimir: Izd-vo VlgU, 2013, – P. 61.
19. Xu R. A., Wong R. J., Rogers M. L., Fletcher G. C. Purification and characterization of acidic proteases from the stomach of the deepwater finfish orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*). / R.A. Xu, R.J. Wong, M.L. Rogers, G.C. Fletcher // Journal of Food Biochemistry. –1996. V. 20. – P. 31-48
19. A. R. Xu. purification and characterization of acidic protease from the stomach of the deep finfish roughy (*Hoplostethus ocean club*). / R. A. Xu, R. Y. Wong, M. L. Rogers, G. S. Fletcher // journal of nutritional biochemistry. –1996. V. 20. – P. 31-48

КНИЖНАЯ ПОЛКА

Что такое правильная лососёвая икра?

Воробьев В.В. «Интегративная технология икры тихоокеанских лососей с биологически и эпигенетически активными компонентами». – М., 2021. – С. 680.

Монография базируется на результатах комплексных аналитических и экспериментальных исследований автора, проведённых на свежей икре тихоокеанских лососей в экспедициях на Камчатке.

Проблема изготовления безопасной и качественной лососёвой икры без химических консервантов и добавок для здорового питания, приобретает всё большее значение. В книге приводятся новейшие фактологические данные по современной генетике питания и эпигенетике, существенно влияющих на здоровье детей, подростков, взрослых и будущих поколений, представлены полифункциональные, биофизические, биохимические и эпигенетические свойства и характеристики лососёвой икры. Особое внимание уделено наиважнейшим биологически активным компонентам: жизненно важному в обеспечении здоровья, активной жизнедеятельности и долголетия человека – **холестерину**; мега антиоксидантному регулятору в организме человека – **астаксантину**; мультифункциональному структурному биоконпоненту, возрождающему костную и соединительную ткань – **коллагену**; широкодиапазонным, с лечебно-восстановительными и профилактическими свойствами, – **ω-3 полиненасыщенным жирным кислотам**.

На основе многоаспектных исследований показана специфичность биологически и эпигенетически активных компонентов лососёвой икры, обладающих огромным потенциалом в профилактике и излечении сердечно-сосудистых заболеваний, онкологии и других болезней.

Рассмотрены актуальные проблемы производства, качества и безопасности изготавливаемой лососёвой икры. Акцентируется внимание на

углублённо усовершенствованной технологии изготовления продукта без химических консервантов и добавок. Изложены научно-теоретические основы посола икры и показаны факторы, влияющие на процесс посола и формирование качества. Рассмотрены основы межкорного квантового взаимодействия и эпигенетического воздействия на формирование и изменение критериев качества и безопасности лососёвой икры в процессе её изготовления.

Приведён анализ «извращённых» процессов технологии, состояния сырья и материалов для производства икры, приготовления растворов поваренной соли «холодным» методом и электрохимической активацией, пастеризации икры, квазитехнологии изготовления икры из мороженых ястыков и абсурдность замораживания готовой солёной икры. Обсуждена острейшая проблема использования в икре различных химических консервантов и добавок, антиоксидантов, полифосфатов и красителей, молочной сыворотки и копильной жидкости, летально опасных псевдоконсервантов «Варэкс», снижающих биологическую и пищевую ценность и превращающих лососёвую икру в крайне опасный для здоровья и жизни человека продукт.

Руководство по производству высококачественной лососёвой икры своевременно и актуально, имеет теоретическое и практическое значение для мастеров-икрянщиков, технологов и руководителей рыбообрабатывающих предприятий, научных сотрудников и аспирантов НИИ, преподавателей вузов. Издание будет полезно для обучающихся бакалавров по специальности 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания»; магистров – 19.04.03 «Продукты питания животного происхождения», 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания» и 19.04.05 «Высокотехнологичные производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения», а также для медицинских работников различного профиля и всех, интересующихся здоровым и безопасным питанием.

Заказ книги: vvvorobyev@mail.ru