

10. Soloviev, S.V. The influence of the density of sowing of various hybrids on the yield of sugar beet. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2012, no. 1, pp. 42-44.

11. Solovyov, S.V. and S.I. Danilin. Application of growth regulators on beet crops in the conditions of the Tambov region. Sat: Priority directions for the development of horticulture (I Potapov readings): materials of the National scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Agricultural Sciences, laureate of the State Prize Potapov Viktor Aleksandrovich, 2019, pp. 258 -260.

12. Soloviev, S.V., A.G. Abrosimov, V.I. Gorshenin and I.A. Drobyshev. Resource saving when harvesting sugar beet in conditions of high soil moisture. Coll. : Innovative approaches to the development of technologies for the production, storage and processing of crop cluster products: materials of the All-Russian scientific and practical conference. Michurinsk, 2020, pp. 202-205.

13. Soloviev, S.V., S.I. Danilin and A.G. Abrosimov. Combination of various agricultural techniques to increase the productivity of beet crops. Sat: Priority directions for the development of gardening (I Potapov readings): materials of the National scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of Professor, Doctor of Agricultural Sciences, laureate of the State Prize Potapov Viktor Alexandrovich, 2019, pp. 260 -262.

14. Shpaar, D., D. Draeger and A. Zakharenko. Sugar beets (growing, harvesting, storage). Moscow: ID DLV AGRODELO, 2006. 315 p.

Shchukin Roman, Candidate of Agricultural Sciences, docent of the Department of landscape architecture, land management and cadastre, Michurinsk State Agrarian University.

Zavoloka Ilya, Candidate of Agricultural Sciences, docent of the Department of landscape architecture, land management and cadastre, Michurinsk State Agrarian University.

Mikhailov Alexey, Senior lecturer of the Department of landscape architecture, land management and cadastre, Michurinsk State Agrarian University, e-mail: aleksej.mixajlov.90@mail.ru.

УДК: 504.064:674.031:631.8

Ю.Н. Кирис, Р.А. Боровик, О.А. Рудая, Н.Н. Чесноков, Л.В. Бобрович

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КОЛЛЕКЦИИ СИРЕНИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ. ВЛИЯНИЕ ИЗБЫТОЧНОГО ВНЕСЕНИЯ ФОСФАТОВ НА ПОЧВУ И РАСТЕНИЯ СИРЕНИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*SYRINGA VULGARIS L.*)

Ключевые слова: коллекция сирени Ботанического сада МГУ, *Syringa vulgaris L.*, зафосфачивание почв, окружающая среда, загрязнение почв.

Аннотация. В статье рассматривается проблема зафосфачивания почв на коллекции сирени Ботанического сада МГУ. Проведён анализ почвы на определение фосфатов по методу Кирсанова. Выяснилось, что содержание подвижных форм фосфатов в почве отмечалось как высокое и очень высокое – от 120 мг на 100 г. почвы и выше. Содержание фосфатов в листьях колебалось от 1,6 до 4,0 мг на 100 г. сока.

Было установлено, что избыток фосфатов отрицательно воздействует на рост и развитие сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris L.*). Наблюдается замедленный рост молодых растений, усыхание молодых побегов, хлороз, образование мелких соцветий, снижение завязываемости семян. Происходит снижение иммунитета как на молодых, так и на взрослых деревьях, вследствие чего появляются поражения вертициллезом, бактериозом, мучнистой росой. Также зафосфачивание почв является одной из причин загрязнения окружающей среды.

Введение. Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris L.*, семейство *Oleaceae*) является одним из самых популярных декоративных кустарников в создании ландшафтных композиций. Её часто можно встретить в озеленении городов. Многие сорта сирени обыкновенной используются в оформлении скверов, садов и парков в качестве солитеров на газоне или групповых посадках [2, 3, 8]. Чтобы добиться пышного цветения и высоких декоративных показателей этого кустарника, необходимо применять минеральные подкормки. Важнейшим элементом всех живых организмов является фосфор. Значение фосфорных удобрений для роста, развития и урожайности сельскохозяйственных и декоративных растений общеизвестно и его нельзя переоценить [6, 11-14, 16]. Однако в результате длительного применения больших доз фосфорных удобрений может произойти зафосфачивание, в результате которого почва обогащается усвояемыми фосфатами и новые порции удобрений не оказывают эффекта. В этом случае избыток фосфора в почве может нарушить соотношение между питательными веществами и иногда снижает доступность растениям цинка и железа.

Одной из глобальных экологических проблем является загрязнение почв неконтролируемым применением удобрений и мелиорантов, которые могут оказывать негативное влияние не только на питание растений, а также и на окружающую среду. Поэтому вопрос изучения отрицательного воздействия удобрений на окружающую среду является очень актуальным. К значительному недостатку многих минеральных удобрений относят, прежде всего, наличие в них тяжелых металлов (кадмия, свинца, никеля и др.) [1, 9, 10]. Расширение производства и применение фосфорных и комплексных удобрений ведет к загрязнению экологической среды обитания соединениями фтора, мышьяка.

Повышенное накопление фтора в растениях нарушает обмен веществ, ферментативную активность (ингибирует действие фосфатазы и др.), отрицательно действует на фото- и биосинтез растений. Известно, что в среднем с каждой тонной необходимого растениям фосфора на поля поступает около 160 кг фтора.

Целью работы было изучение уровня фосфатов в почве под культурой *Syringa vulgaris* L., а также наблюдение за изменениями роста и развития растений на фоне зафосфачивания.

Материалы и методы исследований. Объектом наших исследований стала коллекция сирени Ботанического сада МГУ (г. Москва, Ленинские горы), которая занимает площадь 0,6 га и имеет около 400 растений разного возраста, мах возраст 40 лет, мах высота растений до 5 метров, что не дотягивает до оптимального размера, характерного для *Syringa vulgaris* L. (7-10 м) [5]. На коллекции сирени агрохимические исследования проводились с 2013 по 2015 гг. [4]. В дальнейшем изучался только уровень фосфатов в почве. Перед исследованиями в течение многих лет под сирень, а также под другие декоративные культуры коллекций Ботанического сада МГУ (розы, пионы, ирисы) вносились суперфосфат и комплексные минеральные удобрения (нитрофоска).

Почву, в результате периодического внесения перегнойной земли, песка, органических удобрений, известки, можно отнести к типу антропогенных. Высота пахотного слоя достигает 0,3-0,5 м. Приствольные круги окапываются и рыхлятся, остальная площадь задерненная. Проводится регулярный полив в течение всего сезона. Внесение минеральных удобрений – трёхкратное. Азот вносится в виде мочевины и нитрата аммония, а также нитрат калия вносится ранней весной, перед цветением и в середине июля в размерах 50-100 г. действующего вещества. Внесение суперфосфата прекращено. Нитрофоска вносится в исключительных случаях. Микроэлементы в составе комплексных удобрений применяются в виде внекорневых подкормок.

Анализ почвы на фосфаты проводился методом Кирсанова [7], пробы отбирались из приствольного круга практически с каждого дерева, произрастающего в основной части экспозиции коллекции «Сирень». Работа по определению фосфатов проводилась на КФК-2.

Результаты исследований и их обсуждение. При исследовании выяснилось, что содержание подвижных форм фосфатов в почве отмечалось как высокое и очень высокое. Средние значения колебались по годам, но в пределах избытка – от 11, 6 до 120 мг на 100 г. почвы, отмечались и более высокие цифры свыше 150 мг на 100 г. почвы. Содержание фосфатов в листьях колебалось от 1,6 до 4, 0 мг на 100 г. сока. В последующие годы показатели оставались очень высокими. Это привело к дисбалансу микроэлементов. Доступность железа к корням растений регулируется значением кислотности. Так, при повышенной кислотности и повышенном содержании фосфатов, железо связывается в труднодоступные для растений формы. Высокое сходство фосфора и железа не только затрудняет поглощение этого элемента корнями, но и его транспорт из корневых систем в надземные органы растений. Минимальные концентрации биодоступных форм железа наблюдаются при кислотности от 7,4 до 8,5.

Отмечается дисбаланс магния, марганца, цинка, на что также влияет избыток фосфатов. Применение минеральных, органических удобрений и известкование повысило содержание фосфора в почве. Применение доломитовой муки не улучшило соотношение обменных форм кальция и магния в почве.

Причиной марганцевого хлороза у сирени стало нарушение соотношения железа и марганца в листьях на фоне бесконтрольного внесения фосфатов и известкования. Обработка растений хелатом железа в сочетании с сульфатом марганца снизило содержание фосфора в листьях и цинка в листьях и соцветиях [4].

Активная кислотность почвенной вытяжки варьировала от 5,5 до 7,0. Размах показателей подвижного фосфора находился от повышенного до очень высокого, что позволяет говорить о повышенном фоне содержания фосфатов в почве на всей коллекции.

Изменения в растениях. Отмечается замедленный рост молодых растений при высадке из питомника, прирост за год составляет от 10 до 20 см (сорта Аделина, Памяти Вехова). На взрослых деревьях отмечается не вызревание молодых побегов (Дюк Масса, Примроуз), усыхание молодых побегов (Свиртхард, Польша Дешанель Монж), мелколистность (Сумерки, Катерина Хавеймеер, Бюффон, Эстер Стейли), хлороз (Джамбул, Леонид Леонов, Небо Москвы), образование мелких соцветий, которые могут не раскрыться (Защитникам Бреста, Леонид Леонов, Моник Лемуан), отмечается наличие рыхлых соцветий с мелкими цветками (Абель Шантане, Эдит Кавель).

На цветных сортах происходит изменение оттенков, например, на сорте Памяти Вехова в центре махрового цветка может отсутствовать желтое пятно, сорт Примроуз при раскрытии цветка приобретает сероватый оттенок вместо белого. Крупноцветковые сорта (Флора, Экселент) имеют кисти с цветками меньшего стандарта. Также отмечается наличие периодичности цветения (Моник Лемуан, Принцесса Клементина, Партизанка). У растений наблюдается фасциация побегов, которая может возникать при неблагоприятных условиях (Эдит Кавель). Отмечается снижение завязываемости семян даже на сортах с простыми цветками (Джамбул, Партизанка, Космос). Замечено изменение формы семенных коробочек, уменьшение размеров, что приводит к измельчению и щуплости семян и к снижению их всхожести (Памяти Вехова, Кончаловский, Партизанка, Адам Мицкевич, Людвиг Шпет, Бюффон, Польша Арио).

Также необходимо отметить снижение иммунитета как на молодых, так и на взрослых деревьях. Происходит поражение некротическим увяданием листвы (Партизанка, Минчанка, Константин Заслонов), вертициллезом (Сумерки, Монж), бактериозом (Шарль Суше), мучнистой росой (Утро России, Партизанка, Кончаловский). Наблюдается быстрое выгорание цветков, сокращение сроков цветения (5 – 10 дней), неудовлетворительное отрастание побегов после обрезки, появляются волчкообразные побеги, могут образовываться кустистые побеги, которые не вызревают к зимовке.

Последние три года на коллекции появился новый вредитель листьев – галловый клещ. Что можно связать с общим снижением устойчивости растений к болезням и вредителям, т.е. снижением иммунитета.

Выводы. Избыток фосфатов отрицательно влияет на рост и развитие *Syringa vulgaris* L. (наличие токсических примесей и повышенная концентрация фосфат-ионов), а также приводит к загрязнению почвы, что ухудшает экологическую обстановку в Ботаническом саду МГУ.

Исследование примесей в фосфорных удобрениях поможет не допустить токсического действия на растения и окружающую среду. Снижение уровня фосфатов в почве не решается одним прекращением внесения фосфорных удобрений. Анализ литературы не дает ответа на вопрос об оптимизации внесения фосфатов. Применение методов определения фосфатов в почве должно соответствовать всем положениям существующих стандартов.

Библиография

1. Шелковников, В.В. Агротехническая характеристика и оценка загрязнения почв садовых агроценозов Тамбовской равнины тяжелыми металлами / В.В. Шелковников, И.Н. Мацнев, Л.В. Бобрович, З.Н. Тарова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1. – С. 44-48.
2. Анискина, М.Д. Ландшафтный дизайн: тенденции и перспективы / М.Д. Анискина, Ю.А. Черных, Н.Н. Чесноков // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 1. – С. 56.
3. Богданов, О.Е. Изучение вегетативных способов размножения рода сирень (*Syringa*) / О.Е. Богданов, Р.Е. Богданов, А.Е. Никитин // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 3. – С. 245.
4. Боровик, Р.А. Дефицит микроэлементов на растениях сирени при неконтролируемом внесении удобрений и извести / Р.А. Боровик, Т.Н. Большева // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 3. – С. 39-44.
5. Кирил, Ю.Н. Наблюдение за аномальным развитием побегов у гибрида сирени волосистой (*Syringa villosa* С.К. Schneid) на базе коллекции сирени ботанического сада МГУ / Ю.Н. Кирил, Е.С. Романова, М.Е. Уромова, О.А. Рудая // Евразийское Научное Объединение. – 2020. – № 10-3 (68). – С. 169-171.
6. Кирпичников, Н.А. Влияние фосфорных и цинковых удобрений в зависимости от известкования дерново-подзолистых почв на урожай озимой пшеницы / Н.А. Кирпичников, С.П. Бижан // Агротехнический вестник. – 2020. – № 3. – С. 41-44.
7. Минеев, В.Г. Практикум по агрохимии / В.Г. Минеев. – М.: МГУ, 2001. – 689 с.
8. Никитин, А.Е. Эффективность выращивания корнесобственного посадочного материала сирени / А.Е. Никитин, О.Е. Богданов, Р.Е. Богданов // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 3. – С. 246.
9. Шелковников, В.В. Особенности накопления тяжелых металлов в системе «почва-растение» садовых агроценозов / В.В. Шелковников, И.Н. Мацнев, Л.В. Бобрович, З.Н. Тарова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1. – С. 36-39.
10. Шелковников, В.В. Содержание тяжелых металлов в системе «почва-растение» садовых агроценозов Тамбовской области / В.В. Шелковников, Л.В. Бобрович, З.Н. Тарова, И.Н. Мацнев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3. – С. 36-39.
11. Трунов, Ю.В. Влияние некорневых подкормок комплексными удобрениями на минеральный режим листьев смородины черной / Ю.В. Трунов, А.Г. Медведев // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2018. – № 13. – С. 536-539.
12. Трунов, Ю.В. Влияние некорневых подкормок удобрениями и микроэлементами на содержание сухих веществ и кислотность ягод смородины черной / Ю.В. Трунов, А.Ю. Медяева, А.Г. Медведев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2. – С. 10-13.
13. Трунов, Ю.В. Минеральное питание и урожайность яблони на слаброслых клоновых подвоях: учебное пособие / Ю.В. Трунов. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2003. – 188 с.
14. Трунов, Ю.В. Состояние и перспективы развития садоводства в центральном федеральном округе / Ю.В. Трунов, С.М. Медведев // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 5. – С. 16-17.
15. Тяжелые металлы в системе «почва-растение» промышленных садов яблони / В.В. Шелковников [и др.] // Сб.: Почвы и их эффективное использование: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, профессора В.В. Тюлина. – 2018. – С. 255-262.
16. Verzhilin, A. New biologically pure fertilizers in grape nursery / A. Verzhilin, Yu. Fedulova, M. Pimkin // E3S Web of Conferences. VIII International Scientific and Practical Conference «Innovative technologies in science and education» (ITSE 2020). – 2020. – С. 05003.

Кирил Юрий Николаевич – куратор коллекции сирени Ботанического сада МГУ, Ботанический сад МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, e-mail: kir.iury@yandex.ru.

Боровик Роман Александрович – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории испытательных элементов агротехнологий, агрохимикатов и регуляторов роста ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, e-mail: borovik-roman@mail.ru.

Рудая Ольга Александровна – ассистент кафедры ландшафтной архитектуры, землеустройства и кадастров, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, e-mail: usuri85@mail.ru.

Чесноков Николай Николаевич – старший преподаватель кафедры ландшафтной архитектуры, землеустройства и кадастров, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, e-mail: nikolay.chesnokov.59@bk.ru.

Бобрович Лариса Викторовна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, e-mail: bobrovich63@mail.ru.

UDC: 504.064:674.031:631.8

Yu. Kiris, R. Borovik, O. Rudaya, N. Chesnokov, L. Bobrovich**ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE COLLECTION OF LILACS OF THE BOTANICAL GARDEN OF MOSCOW STATE UNIVERSITY. INFLUENCE OF EXCESSIVE APPLICATION OF PHOSPHATES ON THE SOIL AND PLANTS OF COMMON LILAC (SYRINGA VULGARIS L.)**

Key words: lilac collection of the Botanical Garden of Moscow State University, *Syringa vulgaris* L., soil phosphating, environment, soil pollution.

Abstract. The article deals with the problem of soil phosphatization in the collection of lilacs of the Botanical Garden of Moscow State University. The analysis of the soil for the determination of phosphates by the Kirsanov method was carried out. It turned out that the content of mobile forms of phosphates in the soil was noted as high and very high – from 120 mg per 100 g of soil and above. The phosphate

content in the leaves ranged from 1.6 to 4.0 mg per 100 g of juice. It was found that an excess of phosphates negatively affects the growth and development of common lilac (*Syringa vulgaris* L.). Slow growth of young plants, drying of young shoots, chlorosis, formation of small inflorescences, and a decrease in seed setting are observed. There is a decrease in immunity, both on young and on adult trees, as a result of which there are lesions with verticilliosis, bacteriosis, powdery mildew. Also, phosphating of soils is one of the causes of environmental pollution.

References

1. Shelkovnikov, V.V., I.N. Matsnev, L.V. Bobrovich and Z.N. Tarova. Agrochemical characteristics and assessment of soil contamination of garden agrocenoses of the Tambov plain with heavy metals. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2018, no. 1, pp. 44-48.
2. Aniskina, M.D., Yu.A. Chernykh and N.N. Chesnokov. Landscape design: trends and prospects. Science and Education, 2019, T. 2, no. 1, P. 56.
3. Bogdanov, O.E., R.E. Bogdanov and A.E. Nikitin. Study of vegetative reproduction of the genus lilac (*Syringa*). Science and Education, 2020, T. 3, no. 3, P. 245.
4. Borovik, R.A. and T.N. Bolysheva. Deficiency of trace elements on lilac plants with uncontrolled application of fertilizers and lime. Problems of agrochemistry and ecology, 2015, no. 3, pp. 39-44.
5. Kiris, Yu.N., E.S. Romanova, M.E. Uromova and O.A. Rudaya. Observation of the abnormal development of shoots in the hairy lilac hybrid (*Syringa villosa* C.K. Schneid) on the basis of the lilac collection of the Moscow State University Botanical Garden. Eurasian Scientific Association, 2020, no. 10-3 (68), pp. 169-171.
6. Kirpichnikov, N.A. and S.P. Bizhan. Influence of phosphorus and zinc fertilizers depending on the liming of sod-podzolic soils on the yield of winter wheat. Agrochemical Bulletin, 2020, no. 3, pp. 41-44.
7. Mineev, V.G. Workshop on agrochemistry. Moscow, Moscow State University, 2001. 689 p.
8. Nikitin, A.E., O.E. Bogdanov and R.E. Bogdanov. Efficiency of growing own-rooted planting material of lilac. Science and Education, 2020, T. 3, no. 3, P. 246.
9. Shelkovnikov, V.V., I.N. Matsnev, L.V. Bobrovich and Z.N. Tarova. Features of the accumulation of heavy metals in the soil-plant system of garden agrocenoses. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2018, no. 1, pp. 36-39.
10. Shelkovnikov, V.V., L.V. Bobrovich, Z.N. Tarova and I.N. Matsnev. The content of heavy metals in the soil-plant system of garden agrocenoses of the Tambov region. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2018, no. 3, pp. 36-39.
11. Trunov, Yu.V. and A.G. Medvedev. Influence of foliar dressings with complex fertilizers on the mineral regime of black currant leaves. New and non-traditional plants and prospects for their use, 2018, no. 13, pp. 536-539.
12. Trunov, Yu.V., A.Yu. Medelyaeva and A.G. Medvedev. Influence of foliar dressings with fertilizers and microelements on the dry matter content and acidity of black currant berries. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2019, no. 2, pp. 10-13.
13. Trunov, Yu.V. Mineral nutrition and apple yield on low-growing clonal rootstocks: study guide. Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University, 2003. 188 p.
14. Trunov, Yu.V. and S.M. Medvedev. State and prospects for the development of gardening in the central federal district. Gardening and viticulture, 2009, no. 5, pp. 16-17.
15. Shelkovnikov, V.V. et al. Heavy metals in the "soil-plant" system of industrial apple orchards. Coll.: Soils and their effective use: materials of the International scientific-practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Doctor of Agricultural Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor V.V. Tyulina, 2018, pp. 255-262.
16. Verzhilin, A., Yu. Fedulova and M. Pimkin. New biologically pure fertilizers in grape nursery. E3S Web of Conferences. VIII International Scientific and Practical Conference «Innovative technologies in science and education» (ITSE 2020). 2020, p. 05003.