



Озеленение населенных пунктов Landscaping of settlements

DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-350-360

EDN: NVMJXP

УДК 674.031.931.62:574.21:581.48

Научная статья / Research article

Семена *Syringa vulgaris* L. как возможный объект фитоиндикационных исследований урбосреды г. Оренбурга

Н.М. Назарова 

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Российская Федерация

✉ nazarova-1989@yandex.ru

Аннотация. Урбанизированная среда рассматривается как фактор стресса для отдельных растений и их сообществ, образующих зеленый каркас города. Изменение структуры популяции растений в городах — важный показатель качества окружающей среды. Фитоиндикация качества окружающей среды в условиях города в настоящее время приобретает актуальность в контексте ее оптимизации. Цель исследования — сравнительное изучение биометрических параметров и всхожести семян Сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.), произрастающей в зонах с повышенной антропогенной нагрузкой и «условно» чистой зоне. Описаны морфометрические параметры семян сирени, произрастающей в зонах с повышенным уровнем антропогенного загрязнения. Проведена оценка показателей репродуктивной способности сирени (лабораторная и грунтовая всхожесть). По результатам наблюдений установлено, что биометрические параметры семян *S. vulgaris* не являются показательными и не могут использоваться при оценке качества среды. Данные, полученные при лабораторном и грунтовом проращивании семян *S. vulgaris*, позволяют использовать их для характеристики экологического состояния районов сбора проб. В более благоприятной среде (контроль) всхожесть значительно выше, чем в условиях среды антропогенно измененной. По результатам комплексной оценки лабораторной и грунтовой всхожести установлено следующее распределение административных районов г. Оренбурга по степени антропогенного загрязнения (от наиболее «чистого» к наиболее экологически нестабильному): Зауральная роща > Промышленный район > Дзержинский район > Ленинский район > Центральный район.

© Назарова Н.М., 2023

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Ключевые слова: сирень обыкновенная, семя, фитоиндикация, антропогенная нагрузка, показатели всхожести

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 3 апреля 2023 г., принята к публикации 19 июня 2023 г.

Для цитирования: Назарова Н.М. Семена *Syringa vulgaris* L. как возможный объект фитоиндикационных исследований урбосреды г. Оренбурга // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 23. С.350—360. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-350-360

Seeds of *Syringa vulgaris* L. as a possible object for phytoindication studies of urban environment in Orenburg

Natalia M. Nazarova 

Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation

✉ nazarova-1989@yandex.ru

Abstract. Urbanized environment is considered as a stressor for individual plants and their communities that form green frame of the city. Changes in structure of plant populations in cities are analyzed as an important indicator of environmental quality. Therefore, phytoindication of quality of the environment in conditions of the city is currently becoming relevant in the context of its optimization. The purpose of the research was to study biometric parameters and seed germination of *Syringa vulgaris* L., growing in areas with increased anthropogenic pressure in comparison with a ‘conditionally’ clean area. Within the framework of this work, morphometric parameters of lilac seeds growing in areas with a high level of anthropogenic pollution were described. Indicators of reproductive ability of lilacs (laboratory and soil germination) were assessed. According to the results of the observations, it was established that the biometric parameters of *S. vulgaris* seeds are not indicative and cannot be used in assessing the quality of the environment. The data obtained during laboratory and soil germination of *S. vulgaris* seeds can be used to characterize the ecological state of sampling areas. Under more favorable environmental conditions (control), germination is much higher than under anthropogenically modified environmental conditions. Based on the results of a comprehensive assessment of laboratory and soil germination, the following distribution of the administrative districts of Orenburg was established according to the degree of anthropogenic pollution (from the most ‘clean’ to the most environmentally unstable): Zauralnaya Grove > Industrial District > Dzerzhinsky District > Leninsky District > Central District.

Key words: common lilac, seed, phytoindication, anthropogenic load, germination rates

Conflicts of interest. The author declared no conflicts of interest.

Article history: Received: 3 April 2023. Accepted: 19 June 2023.

For citation: Nazarova NM. Seeds of *Syringa vulgaris* L. as a possible object for phytoindication studies of urban environment in Orenburg. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(3):350—360. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-3-350-360

Введение

Озеленение городов увеличивает разнообразие растительности и напрямую влияет на экологические функции городских систем. Ввиду глобальной урбанизации экология восстановления приобретает особое значение. Ее целью является возвращение деградированных урбоэкосистем к разнообразным, функциональным экосистемам [1].

Урбанизация представляет собой доминирующую и растущую форму нарушения естественных экосистем, влияющую на биоразнообразие в глобальном масштабе. Глобализация процесса приводит к различным изменениям в окружающей среде таким как увеличение содержания CO_2 в атмосфере, сосредоточение большого количества тепла, выбросы огромного количества поллютантов в окружающую среду [2, 3].

Таким образом растения, произрастающие в городской среде и являющиеся биологическими фильтрами, испытывают значительные нагрузки ввиду антропогенного влияния. Разные виды растений по-разному реагируют на меняющиеся условия ввиду различной экологической пластичности. Одни обладают сниженным адаптационным потенциалом и подвержены различным повреждениям, другие более выносливы, и их устойчивость объясняется выработкой ряда адаптивных механизмов для перенесения неблагоприятных условий [4]. Однако, влияние среды вызывает изменения в морфологии и биологии таких видов, как ответ на фактор среды, поэтому такие растения могут использоваться в качестве объектов фитоиндикационных исследований.

Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.) широко распространена в городских посадках по всей территории России. Вид обладает широкой экологической пластичностью, что позволяет использовать его в качестве объекта фитоиндикационных исследований. Ряд авторов предоставляют исследования, показывающие реакцию данного вида растений на антропогенное загрязнение на основе флуктуирующей асимметрии листовых пластинок [5, 6], биометрических параметров побегов [7].

Ранее проведенные нами исследования [8] по оценке возможностей использования *S. vulgaris* в качестве фитоиндикатора атмосферного загрязнения показали, что данный вид реагирует на изменение состава атмосферного воздуха изменением морфометрических показателей листовых пластинок, способностью к адсорбции и накоплению тяжелых металлов и др. [9].

Вопрос о влиянии атмосферного загрязнения на репродуктивные способности данного вида растений освещен в литературе отрывочно. Имеются данные по оценке уровня антропогенного загрязнения на основе определения степени фертильности пыльцевых зерен сирени [10].

Цель исследования — изучение биометрических параметров, лабораторной и грунтовой всхожести семян *S. vulgaris*, произрастающей в зонах с повышенной антропогенной нагрузкой, в сравнении с данными показателями в «условно» чистой зоне.

Задачи исследования:

1) определить степень изменчивости морфометрических параметров семян *S. vulgaris*, произрастающей вблизи крупных транспортных артерий на террито-

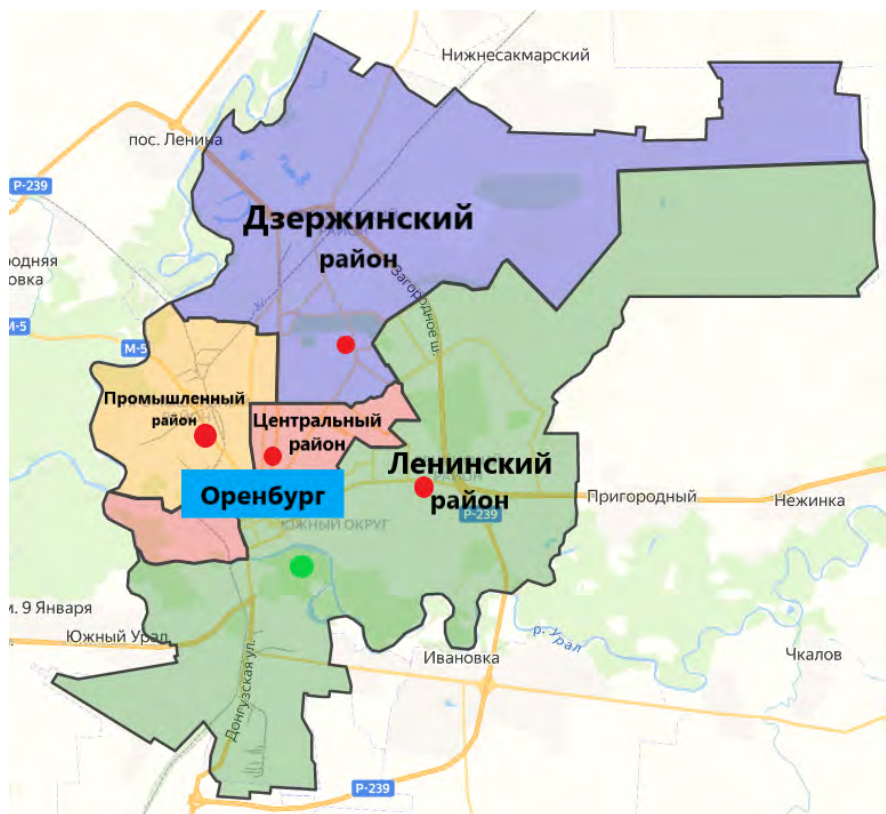
рии четырех административных районов г. Оренбурга, в сравнении с «условным» контролем;

2) оценить лабораторную и грунтовую всхожесть семян *S. vulgaris*, собранных в зонах с повышенной антропогенной нагрузкой и зоне «условного» контроля.

Материалы и методы исследования

Объект исследования — семена *Syringa vulgaris* L.

S. vulgaris активно используется в озеленении, распространена на территории г. Оренбурга повсеместно. Сбор семян производился на территории четырех административных районов в сентябре после полного их созревания. Отбор проб проводился с кустов, произрастающих в непосредственной близости к крупным автомагистралям со стороны куста, обращенной к транспортному полотну. Точки сбора проб отмечены на карте (рис. 1).



● — точки сбора по автомагистралям

● — точка сбора контроля

Рис. 1. Карта административных районов г. Оренбурга с указанием точек сбора проб
Источник: составлено автором с использованием сервиса Yandex Maps

Статистическая обработка данных сводилась к определению среднего значения данных морфометрии с вычислением стандартного отклонения и коэффициента вариации посредством программного обеспечения Statistica 6.0. Интерпретацию значений степени варьирования признаков биометрических систем листа и показателей всхожести семян по коэффициенту вариации в условиях техногенного загрязнения проводили согласно С.А. Мамаеву [15] с целью определения закономерности внутривидовой изменчивости. Уровни значений изменчивости интерпретировались от очень низкого (C_v до 7 %) до очень высокого ($C_v > 40$ %).

Результаты исследования и их обсуждение

При оценке биометрических параметров семян в точках сбора проб установлено, что длина и ширина семян сирени по Ленинскому, Центральному и Промышленному районам города практически одинаковы и составляют в среднем 1 см и 0,3 см соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрия семян

Проба	Длина семени, см		Ширина семени, см	
	Средняя	C_v , %	Средняя	C_v , %
Ленинский	1,1 ± 0,04	4	0,3 ± 0,02	5
Дзержинский	0,8 ± 0,03	3	0,3 ± 0,01	5
Центральный	1,0 ± 0,05	5	0,4 ± 0,02	6
Промышленный	1,1 ± 0,02	2	0,4 ± 0,01	3
Контроль	1,2 ± 0,03	3	0,4 ± 0,02	5

Table 1

Seed morphometry

Sample	Seed length, cm		Seed width, cm	
	Average	C_v , %	Average	C_v , %
Leninsky	1,1 ± 0,04	4	0,3 ± 0,02	5
Dzerzhinsky	0,8 ± 0,03	3	0,3 ± 0,01	5
Central	1,0 ± 0,05	5	0,4 ± 0,02	6
Industrial	1,1 ± 0,02	2	0,4 ± 0,01	3
Control	1,2 ± 0,03	3	0,4 ± 0,02	5

В точке сбора проб контроля отмечен несколько больший размер семян в отличие от растений, произрастающих в зонах повышенной антропогенной нагрузки. Самые мелкие семена обнаружены в Дзержинском районе. Низкие значения коэффициента вариации по биометрическим параметрам позволяют констатировать факт незначительной изменчивости по данным признакам.

Статистически значимых различий биометрии семян сирени обыкновенной в различных точках отбора проб выявлено не было. Это позволяет предположить видовую специфичность по данным признакам у вида.

При проведении опыта по лабораторному проращиванию семян сирени первые всходы были обнаружены только на 18 день после начала опыта. Окончание лабораторного проращивания по ГОСТу 13056.6–97 приходится на 20-й день после закладки опыта. К этому дню в чашке Петри находилось большое количество набухших, но еще не проросших семян *S. vulgaris*. Вывод: семенам этого вида при лабораторном проращивании требуется большее количество дней, чем определено ГОСТом 13056.6–97. Такая особенность прорастания семян сирени уже отмечалась как нами, так и другими авторами в более ранних исследованиях [14, 16]. Это объясняет значительно меньшие показатели лабораторной всхожести в сравнении с грунтовой в настоящем исследовании.

Наиболее высокие показатели лабораторной всхожести семян сирени мы отметили в точке сбора проб условного контроля — 39 % (табл. 2).

Таблица 2

Всхожесть семян

Проба	Грунтовая, %		Лабораторная, %		Класс качества
	Средняя	C _v	Средняя	C _v	
Ленинский	39 ± 3,6	9	12,2 ± 11,3	11	Низкий
Дзержинский	42 ± 12,0	29	17,3 ± 13,0	18	
Центральный	41 ± 4,7	12	11,6 ± 14,5	23	
Промышленный	48 ± 1,2	3	31,8 ± 19,2	31	
Контроль	58 ± 2,0	6	39,3 ± 8,2	9	

Table 2

Seed germination

Sample	Soil, %		Laboratory, %		Quality class
	Average	C _v	Average	C _v	
Leninsky	39 ± 3,6	9	12,2 ± 11,3	11	Low
Dzerzhinsky	42 ± 12,0	29	17,3 ± 13,0	18	
Central	41 ± 4,7	12	11,6 ± 14,5	23	
Industrial	48 ± 1,2	3	31,8 ± 19,2	31	
Control	58 ± 2,0	6	39,3 ± 8,2	9	

Изменчивость данных параметров низкая при лабораторном проращивании, о чем свидетельствуют невысокие значения коэффициента вариации.

Худшие показатели лабораторной всхожести отмечены у семян, собранных с кустов сирени, произрастающих на территории Центрального и Ленинского районов г. Оренбурга (около 12 %). Повышенные коэффициенты вариации по всхожести в Ленинском районе обуславливают значительное варьирование проросших семян

в пробах, взятых для проведения опыта. Следовательно, условия произрастания сирени в Центральном и Ленинском районах самые сложные.

Максимальное количество проросших семян сирени при грунтовом посеве, так же, как и при лабораторном проращивании, зарегистрировано у проб, собранных в точке контроля — 58 %. Всходы равномерны в каждой пробе, о чем свидетельствуют низкие значения коэффициента вариации.

Самые низкие показатели грунтовой всхожести регистрируются в пробах, собранных на территории Ленинского района. Проценты всхожести семян, собранных в Дзержинском и Центральном районах, практически одинаковы. Повышенные показатели C_v в Дзержинском районе свидетельствуют о неравномерной всхожести семян по пробам, отобраным для грунтового посева.

При совокупном сравнении показателей лабораторной и грунтовой всхожести семян сирени обыкновенной очевидным становится факт регистрации наиболее высоких показателей в точке контроля (рис. 2). Следовательно, растения сирени, произрастающие в Зауральной роще, испытывают меньшую техногенную нагрузку, что благоприятно сказывается на их репродуктивной способности.

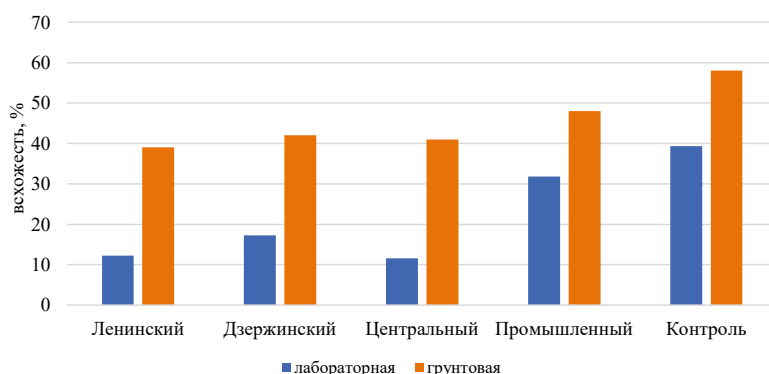


Рис. 2. Сравнение показателей грунтовой и лабораторной всхожести семян сирени
Источник: составлено автором

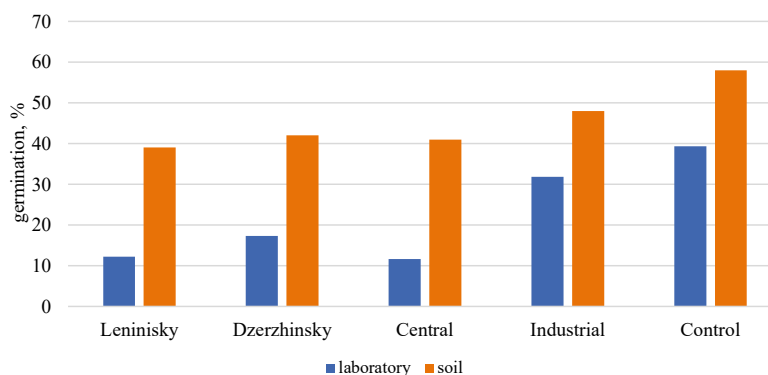


Fig. 2. Comparison of indicators of soil and laboratory germination of lilac seeds
Source: compiled by the author

При комплексном анализе грунтовой и лабораторной всхожести наиболее высокие показатели регистрировали у семян сирени, собранных в Промышленном районе, значит, экологические условия здесь наиболее благоприятные. Среди трех других районов Центральный район является наиболее неблагоприятным, что напрямую влияет на показатели репродуктивной способности сирени. Дзержинский и Ленинский районы обладают сходными экологическими характеристиками.

Выводы

1. Репродуктивная система *S. vulgaris* реагирует на изменение качества среды в зависимости от места ее произрастания и может использоваться как показатель при проведении фитомониторинговых исследований.

2. Биометрические параметры семян *S. vulgaris* не являются показательными и не могут использоваться при оценке качества среды.

3. Информативны данные, полученные при лабораторном и грунтовым проращивании семян *S. vulgaris*. Установлено, что в более благоприятных условиях среды (контроль) всхожесть значительно выше, чем в условиях среды антропогенно измененной.

4. Установлено, что разные условия повышенной антропогенной нагрузки по-разному влияют на репродуктивную способность семян сирени. В условиях среды с меньшим загрязнением показатели всхожести, как лабораторной, так и грунтовой, выше. По результатам комплексной оценки всхожести, а следовательно, по степени антропогенного загрязнения среды, административные районы г. Оренбурга распределяются следующим образом (от наиболее «чистого»): Зауральная роща > Промышленный район > Дзержинский район > Ленинский район > Центральный район.

Библиографический список

1. Anderson E.C., Minor E.S. Assessing four methods for establishing native plants on urban vacant land // *Ambio*. 2021. № 50(3). P. 695–705. doi: 10.1007/s13280-020-01383-z
2. Santangelo J.S., Rivkin L.R., Johnson M.T.J. The evolution of city life // *Proc Biol Sci*. 2018. Vol. 285. № 1884. doi: 10.1098/rspb.2018.1529
3. Zhao S., Liu S., Zhou D. Prevalent vegetation growth enhancement in urban environment // *Proc Natl Acad Sci USA*. 2016. Vol. 113. № 22. P. 6313–6318. doi: 10.1073/pnas.1602312113
4. Якушевская Е.Б., Якимова Е.П. Растения — индикаторы состояния городской среды // Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Биологические науки. 2013. № 1 (48). С. 116–121.
5. Луговская А.Ю., Храмова Е.П., Лях Е.М., Карпова Е.А. Использование геоинформационных технологий для биоиндикации городских территорий // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2020. Т. 25. № 1. С. 173–185. doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-173-185
6. Кулагина В.А., Григорьева Н.Г. Листовые пластины тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) и сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) как индикатор состояния среды территории г. Красноярск // Инновационные тенденции развития российской науки: материалы XII Междунар. науч.-прак. конф. молодых ученых. Ч. I. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. Ч. I. С. 50–54.
7. Сунцова Л.Н., Инишаков Е.М. Сравнительный анализ состояния сирени венгерской и сирени обыкновенной в условиях урбанизированной среды города Красноярск // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2020. Т. 23. С. 117–120.

8. Назарова Н.М. К вопросу о перспективности использования *S. vulgaris* L. в качестве вида-биоиндикатора техногенного загрязнения урбосреды г. Оренбурга // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: сборник статей XVII Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: РИО ПГАУ, 2019. С. 129–133.

9. Назарова Н.М. Содержание тяжелых металлов в листовых пластинках *Syringa vulgaris* L. в условиях повышенной антропогенной нагрузки (на примере г. Оренбурга) // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2022. № 2 (42). С. 64–72. Режим доступа: http://vestospu.ru/archive/2022/articles/6_42_2022.pdf doi: 10.32516/2303-9922.2022.42.6

10. Колясникова Н.Л. Фертильность пыльцы некоторых деревьев из насаждений города Перми // Теория и практика современной аграрной науки: материалы V Национальной (всерос.) науч. конф. Новосибирск: НГАУ, 2022. С. 327–329.

11. Януш Д.Н., Вольнов А.С. Предложения по экологическому мониторингу концентраций дисперсных частиц в придорожной территории автомобильных дорог города Оренбурга // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 3–4. С. 125–130.

12. Бубаренко К.С. Оценка антропогенной нагрузки придорожной территории на качество атмосферного воздуха улиц города Оренбурга на примере улицы Терешковой // Стимулирование инновационного развития общества в стратегическом периоде. 2019. С. 4–7.

13. ГОСТ 13056.6–97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. Введ. с 12 марта 1998 г. № 48. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. 27 с.

14. Полякова Н.В., Путенихин В.П., Вафин Р.В. Сирени в Башкирском Предуралья: интродукция и биологические особенности: монография. Уфа: ГИЛЕМ, 2010. 164 с.

15. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере сем. *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1973. 282 с.

16. Назарова Н.М. Эколого-биологические особенности представителей рода *Syringa* L. при интродукции в условиях Оренбургского Предуралья: дис. ...канд. биол. наук. Уфа, 2022. 171 с.

References

1. Anderson EC, Minor ES. Assessing four methods for establishing native plants on urban vacant land. *Ambio*. 2021;50(3):695–705. doi: 10.1007/s13280-020-01383-z

2. Santangelo JS, Rivkin LR, Johnson MTJ. The evolution of city life. *Proceedings of the Royal Society B*. 2018;285(1884):20181529. doi: 10.1098/rspb.2018.1529

3. Zhao S, Liu S, Zhou D. Prevalent vegetation growth enhancement in urban environment condition. *PNAS*. 2016;31;113(22):6313–6318. doi: 10.1073/pnas.1602312113

4. Yakushevskaya EB, Yakimova EP. Plants as indicators of urban environment condition. *Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological Sciences*. 2013;(1):116–121. (In Russ.).

5. Lugovskaya AY, Khramova EP, Lyakh EM, Karpova EA. Use of geoinformation technologies for bioindication of urban territories. *Vestnik of SSUGT*. 2020;25(1):173–185. (In Russ.). doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-173-185

6. Kulagina VA, Grigoryeva NG. Leaf blades of balsamic poplar (*Populus balsamifera* L.) and oriental lilac (*Syringa vulgaris*) as indicator of the environment of Krasnoyarsk city. In: *Innovative trends in the development of Russian science: conference proceedings*. 2019. p.50–54. (In Russ.).

7. Suntsova LN, Inshakov EM. Comparative analysis of the state of Hungarian lilac and common lilac in the urban environment of Krasnoyarsk city. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduksiya drevesnykh rastenii*. 2020;23:117–120. (In Russ.).

8. Nazarova NM. On the issue of the prospects of using *S. vulgaris* L. as a species-bioindicator of technogenic pollution of the urban environment in Orenburg. In: *Natural resource potential, ecology and sustainable development of Russian regions: conference proceedings*. Penza; 2019. p.129–133. (In Russ.).

9. Nazarova NM. The content of heavy metals in leaf blades of *Syringa vulgaris* L. under conditions of increased anthropogenic load (on the example of Orenburg). *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic scientific journal*. 2022;(2):64–72. (In Russ.). doi: 10.32516/2303-9922.2022.42.6

10. Kolyasnikova NL. Pollen fertility of some trees from plantations of Perm. In: *Theory and practice of modern agrarian science: conference proceedings*. 2022. p.327–329. (In Russ.).

11. Yanush DN, Volnov AS. Proposals for environmental monitoring of disperse particles concentrations in the road territory of automobile roads of Orenburg city. *Scientific Review*. 2019;(3):125–130. (In Russ.).

12. Bubarenko KS. Assessment of anthropogenic load of the roadside territory on atmospheric air quality of streets in Orenburg on the example of Tereshkova Street. *Stimulating innovative development of society in strategic period: conference proceedings*. 2019. p.4–7. (In Russ.).

13. Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification. GOST 13056.6–97. *Seeds of trees and shrubs. Germination method*. Moscow: IPK Standards Publishing House; 1998. (In Russ.).

14. Polyakova NV, Putenikhin VP, Vafin RF. *Sireni v Bashkirskom Predural'ye: introduksiya i biologicheskie osobennosti* [Lilacs in the Bashkir Cis-Urals: introduction and biological features]. Ufa: GILEM publ.; 2010. (In Russ.).

15. Mamaev SA. *Formy vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh rastenii (na primere sem. Pinaceae na Urale* [Forms of intraspecific variability of woody plants (on the example of the family *Pinaceae* in the Urals)]. Moscow: Nauka publ.; 1973. (In Russ.).

16. Nazarova NM. *Ekologo-biologicheskie osobennosti predstavitelei roda Syringa L. pri introduksii v usloviyakh Orenburgskogo Predural'ya* [Ecological and biological features of representatives of the genus *Syringa L.* during introduction in the conditions of the Orenburg Cis-Urals]. Ufa; 2022. (In Russ.).

Об авторе:

Назарова Наталья Михайловна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научной группы Ботанического сада, Оренбургский государственный университет, Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13; e-mail: nazarova-1989@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7449-0378 SPIN: 1242–9420

About author:

Nazarova Natalia Mikhailovna — Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Research Group of the Botanical Garden, Orenburg State University, 13 Pobedy ave., Orenburg, Orenburg region, 460018, Russian Federation; e-mail: nazarova-1989@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7449-0378 SPIN: 1242–9420