

Н. М. Назарова**Изменчивость морфометрических признаков цветков и соцветий
Syringa vulgaris L. в условиях среды с различным уровнем техногенной нагрузки**

В статье представлен сравнительный анализ морфометрических параметров цветков и соцветий *Syringa vulgaris* L., собранных для исследования с растений, произрастающих на территории ботанического сада Оренбургского государственного университета и вблизи автомагистрали в городской среде. При анализе результатов установлено, что в более благоприятных условиях ботанического сада коэффициенты изменчивости морфометрических параметров имеют более низкие показатели, чем в условиях г. Оренбурга. В техногенной среде статистически значимых коррелирующих признаков выявлено меньше, их статистическая значимость ниже, чем в ботаническом саду. Корреляционный анализ подтверждает влияние условий произрастания на изменчивость и направленность отбора морфометрических признаков цветков и соцветий сирени обыкновенной.

Ключевые слова: *S. vulgaris* L., цветок, соцветие, морфометрические параметры, коэффициент вариации.

В настоящее время существует большое количество научных работ, посвященных изучению структуры соцветий видов и сортов сирени, классификации сортов *Syringa vulgaris* L. по различным признакам цветка, фенологии и ритмике цветения, результаты которых необходимы для селекционных работ [6; 8; 13; 18]. Сирень обыкновенная — вид, склонный к полиморфизму, что и определяет выбор данного вида для работ, направленных на выведение новых сортов [2]. Однако она используется не только для гибридизации, но и в качестве вида-биоиндикатора, что обусловлено нарастающими темпами урбанизации и, как следствие, усиленным загрязнением окружающей природной среды.

Воздействие загрязнителя на растения способствует возникновению как наследственных (генотипических), так и ненаследственных (фенотипических) аномалий развития вегетативных и генеративных органов, чаще всего выражающихся в уменьшении их размера. Для комплексной оценки качества окружающей среды по состоянию вида-биоиндикатора целесообразно использовать не только вегетативные органы, первыми реагирующие на изменение качественного состава атмосферного воздуха, но и генеративные [29].

В рамках фитоиндикационных исследований, которые активно используются в различных регионах России для оценки уровня антропогенной нагрузки на среду, представляется возможность изучения морфологических признаков сирени обыкновенной, которые могут изменяться в зависимости от уровня антропогенной нагрузки. Так, экологическое благополучие среды определяется интегральным показателем флуктуирующей асимметрии (ФА). По данным ряда авторов [19; 23], интегральный показатель ФА листовых пластинок сирени обыкновенной значительно превышен в городских условиях в отличие от фоновых.

Кроме того, в литературе представлено достаточно большое количество исследований, направленных на изучение способности листовых пластинок сирени обыкновенной к аккумуляции и адсорбции тяжелых металлов (ТМ) из атмосферного воздуха. Рядом авторов [3; 4; 6; 14] показано, что по концентрации поллютантов (цинк, медь, свинец, марганец и др.) в листьях сирени обыкновенной можно судить о степени загрязнения урбосреды.

В рамках изучения сирени обыкновенной в качестве вида-биоиндикатора изучаются морфометрические/симметрологические признаки листьев и побегов. В подобных ис-

© Назарова Н. М., 2019

следованиях отмечено, что под действием техногенного загрязнения происходит ухудшение морфометрических характеристик (уменьшение длины, ширины, площади листа, годичного прироста, облиственности побега и др.) [9; 11; 21]. Доказано, что одной из причин снижения морфометрических характеристик сирени обыкновенной и ухудшения ее жизненного состояния является не только количественный, но и качественный состав выбросов загрязняющих веществ.

В черте г. Оренбурга располагается множество крупных автомагистралей с многополосным движением и высоким уровнем транспортного потока. Эти территории являются экологически нестабильными за счет значительной концентрации токсических соединений (выхлопные газы автотранспорта) в атмосферном воздухе, зачастую значительно превышающей ПДК [1; 28]. Соответственно на придорожных территориях растения и почва, на которой они произрастают, постоянно испытывают стрессирующее воздействие поллютантов.

В ботаническом саду Оренбургского государственного университета (ОГУ) ранее были проведены исследования по изучению свойств сирени обыкновенной как вида-биоиндикатора. Изучены следующие признаки данного вида: морфометрические показатели, содержание ТМ, пылеудерживающая способность листовых пластинок [16; 24; 30]. Установлено, что сирень обыкновенная хорошо зарекомендовала себя как вид-биоиндикатор и может использоваться для определения степени загрязненности окружающей среды г. Оренбурга.

Что же касается изменчивости морфометрических признаков цветков и соцветий *S. vulgaris* L. под воздействием техногенной нагрузки, таких данных в литературных источниках выявлено не было, хотя в методических руководствах по биомониторингу окружающей природной среды с помощью растений отмечается, что цветок, так же как и лист, может отвечать на загрязнение окружающей среды путем изменения метрических параметров [29]. Исследования по морфометрии генеративных органов в зависимости от уровня загрязненности окружающей среды освещены в научных публикациях, в которых объектами исследования являлись *Ornithogalum umbellatum* L. [20], *Pentaphragmoides fruticosa* L. [27], *Aesculus hippocastanum* L. [10]. В этих работах доказано, что на изменение метрических признаков цветков, соцветий и листовых пластинок оказывают значительное влияние не только биологические, но и экологические факторы окружающей среды.

Объект исследования

Вид *Syringa vulgaris* L., согласно ботанической номенклатуре, принятой Международным обществом сирени (The International Lilac Society) [17], принадлежит семейству *Oleaceae* Lindl., роду *Syringa* L., подроду *Syringa* L., секции *Syringa* C. K. Schneid.

S. vulgaris L. — многоствольный листопадный кустарник высотой от 2 до 8 м.

Цветок *S. vulgaris* L. — двутычинковый, обоеполый. Чашечка — колокольчатая, с четырьмя зубцами, непадающая, венчик — воронковидный, с четырьмя отгибами лепестков. Столбик цветка — нитевидный, с двураздельным рыльцем, заключен в трубку венчика [25, с. 28].

Соцветие *S. vulgaris* L. — монотелическая метелка с более чем 20-ю ветвями парциальных соцветий. Ветвление главной оси соцветия — моноподиальное, боковых — акропетальное или дивергентное [7].

Цель работы — выявить морфометрические признаки цветка и соцветия сирени обыкновенной, реагирующие на воздействие агрессивных факторов урбосреды; определить степень фенотипической изменчивости генеративных органов данного вида в зависимости от автотранспортной нагрузки.

Материалы и методы исследований

Сирень обыкновенная распространена повсеместно, отличается высокой степенью адаптивного потенциала не только к различным климатическим условиям, но и к запыленности и загазованности атмосферного воздуха. Вид является широко распространенным в климато-географических условиях нашего региона, поэтому активно используется для озеленения г. Оренбурга [22].

Метрические измерения охватывают цветки и соцветия сирени обыкновенной, отобранные с 10 одновозрастных (пятилетних) кустов (5 — произрастающих на территории ботанического сада, 5 — в групповой посадке, высаженных нами для проведения данного исследования вблизи крупной автомагистрали — улицы Терешковой г. Оренбурга).

Территория ботанического сада ОГУ расположена на значительном удалении от крупных транспортных артерий (более 1000 м) между проспектом Победы и ул. Терешковой. Проведенными Т. Ф. Тарасовой [26] исследованиями доказано, что чем больше удаление от дорожного полотна, тем ниже уровень техногенной нагрузки на среду (максимальная концентрация поллютантов отмечена на придорожной территории). Повышенные концентрации загрязняющих веществ регистрируются на расстоянии до 100 м от дороги, далее этот уровень значительно снижается. Это подтверждается и исследованиями по оценке фитотоксичности почв ботанического сада. По данным М. В. Елисеевой и др. [5], при исследовании токсического эффекта почвы на растительные тест-объекты почвенный состав ботанического сада ОГУ в отличие от такового вблизи автомагистралей можно считать более благоприятным для произрастания растений.

Улица Терешковой относится к категории улиц общегородского назначения. По уровню техногенной нагрузки данная автомагистраль занимает одну из лидирующих позиций. По данным Т. Ф. Тарасовой [26], на расстоянии 5 м от дорожного полотна зафиксированы повышенные концентрации взвешенных веществ, а также соединения серы и азота, значительно превышающие ПДК. По причине «сложных» экологических условий, отличающихся от таковых на территории ботанического сада, нами было определено место посадки кустов сирени обыкновенной вблизи данной улицы.

Для анализа в средней части кроны с каждого куста отбирали по 5 соцветий с южной стороны (т.е. с той стороны куста, которая обращена к автомагистрали, полагая, что чем ближе к источнику загрязнения, тем более выражены морфологические изменения цветков и соцветий) в период массового цветения. Всего проанализировано 50 соцветий, собранных с растений в городской среде (25) и в ботаническом саду (25). Параметры цветков определяли на боковых парциальных соцветиях по 10 штук с каждого соцветия, тем самым были проанализированы метрические параметры 500 цветков.

Исследование метрических и качественных признаков проводили по 5 параметрам генеративной сферы: длина и ширина лепестка, диаметр цветка, количество цветков и длина соцветия. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием пакета Statistica 9.0 и приложения Microsoft Office Excel. Интерпретацию полученных результатов проводили с применением основных принципов методики С. А. Мамаева [12] и С. Э. Мастицкого [15]. Вариабельность признака очень низкая $C_V (\leq 7\%)$, низкая (7—12%), средняя (13—20%), высокая (21—40%) и очень высокая ($\geq 40\%$). С помощью коэффициента ранговой корреляции (r) оценивалась теснота связи между признаками ($r < 0,3$ — слабая связь; $0,4 < r < 0,7$ — умеренная; $r > 0,7$ — высокая степень связи).

Результаты исследований и их обсуждение

При анализе амплитуды изменчивости морфометрических признаков цветков и соцветий растений *S. vulgaris L.*, произрастающих на территории ботанического сада ОГУ, т.е. в относительно «чистых» условиях (C_V) (табл. 1), установлено, что длина лепестка

Таблица 1

Морфометрические параметры цветка и соцветия *S. vulgaris* L. в ботаническом саду

№ куста	Лепестки				Цветки					Длина соцветия, см	C _v , %
	длина, см	C _v , %	ширина, см	C _v , %	окраска	диаметр, см	C _v , %	кол-во в соцветии, шт.	C _v , %		
1	0,72±0,01	5,9	0,46±0,02	11,2	лиловый	1,95±0,02	2,7	232,4±9,11	15,1	20,6±0,43	6,6
2	0,78±0,02	8,1	0,35±0,02	15,1	голубой	2,07±0,02	3,3	222,8±8,73	14,6	18,9±0,31	5,3
3	0,55±0,02	9,6	0,36±0,02	14,3	лиловый	1,73±0,02	4	284,3±13,3	14,9	26,3±0,42	5,1
4	0,77±0,02	8,8	0,43±0,02	15,7	темно-лиловый	2,21±0,04	5,3	207±12,78	29	18,2±0,33	7,3
5	0,85±0,02	6,2	0,56±0,04	22,6	белый	2,15±0,03	4	212±13,42	41,7	16±0,31	6,3

Таблица 2

Морфометрические параметры цветка и соцветия *S. vulgaris* L. в условиях города

№ куста	Лепестки				Цветки					Длина соцветия, см	C _v , %
	длина, см	C _v , %	ширина, см	C _v , %	окраска	диаметр, см	C _v , %	кол-во в соцветии, шт.	C _v , %		
1	0,58±0,02	11	0,39±0,02	14,6	бледно-лиловая	1,67±0,03	20,4	262,8±7,7	8,4	23,2±0,25	4,3
2	0,45±0,02	15,7	0,42±0,02	15,1	белый	1,66±0,02	4,2	272,8±11	31,3	25,5±0,43	5,3
3	0,51±0,03	17,2	0,28±0,02	22,6	лиловый	1,43±0,02	4,7	296±20,25	43,3	22,6±0,52	5,9
4	0,43±0,02	15,7	0,23±0,03	35,8	розовый	1,12±0,03	9,2	355,6±14,52	26,8	24,9±0,51	5,6
5	0,69±0,03	12,7	0,44±0,03	19,2	белый	1,47±0,03	5,6	287±16,56	11	22±0,41	6,5

цветков сирени обыкновенной располагается в пределах от 0,55 до 0,85 см, ширина — от 0,35 до 0,56 см, в диаметре цветки достигают максимального значения 2,21 см. Максимальная длина соцветия 26,3 см, минимальная — 16 см. Количество цветков в соцветии от 212 до 284 штук.

Проявление фенотипической пластичности цветков и соцветий сирени обыкновенной незначительно ($C_v < 10$) по всем изученным показателям, кроме ширины лепестка, варьирующей в средней и высокой степени.

На основе данных морфометрии цветков и соцветий сирени в ботаническом саду и их низкой вариабельности можно сделать вывод о том, что в более или менее благоприятных экологических условиях среды генеративные органы *S. vulgaris* L. остаются достаточно однородными.

Анализ размеров цветков и соцветий растений сирени обыкновенной, произрастающих вблизи автомагистрали и постоянно испытывающих высокую техногенную нагрузку (табл. 2), показал, что у них длина и ширина лепестков, диаметр цветка меньше, чем в образцах, собранных на территории ботанического сада, и составляют максимум 0,69, 0,44 и 1,67 см соответственно. При этом количество цветков и длина соцветия больше, чем в ботаническом саду (355 и 25,5 см соответственно).

Размах вариации всех признаков (C_v), за исключением длины соцветия, колеблется в широких пределах — от очень низкого до очень высокого, что, вероятно, может быть ответной реакцией на воздействие неблагоприятных условий урбосреды. Под действием агрессивных факторов происходят морфологические изменения цветков и соцветий сирени, что может являться следствием защитной реакции организма, т.е. в неблагоприятных условиях среды растения сирени обыкновенной путем увеличения длины соцветий и, следовательно, количества цветков на них мобилизируют силы на поддержание процессов репродукции с целью сохранения вида даже в столь неблагоприятных условиях произрастания.

Следует отметить высокую вариацию окраски цветка сирени обыкновенной: от белого до различной степени лилового, что подтверждает способность *S. vulgaris* L. к полиморфизму.

При статистической обработке данных на нормальность распределения исследуемых метрических признаков установлено, что это распределение не является нормальным, поэтому при дальнейшей статистической обработке данных целесообразно использовать непараметрические методы анализа, а именно коэффициент ранговой корреляции Спирмена (R_s).

Статистическая обработка данных морфометрии (табл. 3 и 4) показала, что коэффициенты корреляции исследуемых признаков в разных насаждениях — городская среда (вблизи автомагистрали) и на территории ботанического сада — различаются.

Статистически значимые прямо пропорциональные корреляционные связи для образцов, собранных в ботаническом саду, отмечены для признаков: длина лепестка — диаметр цветка и количество цветков в соцветии — длина соцветия. Обрато пропорционально коррелируют следующие признаки: длина лепестка, диаметр цветка с количеством цветков в соцветии и его длиной. Стоит отметить, что последние корреляционные взаимосвязи очень тесные (R_s стремится к 1).

В условиях города статистически значимых коррелирующих признаков выявлено меньше, их статистическая значимость ниже, чем в ботаническом саду (табл. 4). Вероятно, это может быть обусловлено тем, что в условиях города под воздействием неблагоприятных факторов среды происходит отбор наиболее устойчивых форм путем изменения морфологических признаков генеративной сферы растений, а в ботаническом саду эти процессы не так ярко выражены ввиду более благоприятных условий произрастания.

Таблица 3

Ранговая корреляция (R_s) исследуемых признаков цветка *S. vulgaris* L. в ботаническом саду ОГУ

Признак	Длина лепестка, см	Ширина лепестка, см	Диаметр цветка, см	Кол-во цветков в соцветии, шт.
Длина лепестка, см	1			
Ширина лепестка, см	0,31	1		
Диаметр цветка, см	0,71	0,31	1	
Кол-во цветков в соцветии, шт.	-0,71	-0,31	-0,99	1
Длина соцветия, см	-0,91	-0,51	-0,91	0,91

Примечание: полужирным шрифтом выделены статистически значимые ($R_s > 0,7$) коэффициенты.

Таблица 4

Ранговая корреляция (R_s) исследуемых признаков цветка *S. vulgaris* L. в условиях города

Признак	Длина лепестка, см	Ширина лепестка, см	Диаметр цветка, см	Кол-во цветков в соцветии, шт.
Длина лепестка, см	1			
Ширина лепестка, см	0,71	1		
Диаметр цветка, см	0,51	0,61	1	
Кол-во цветков в соцветии, шт.	-0,51	-0,61	-0,99	1
Длина соцветия, см	-0,81	-0,31	-0,11	0,11

Примечание: полужирным шрифтом выделены статистически значимые ($R_s > 0,7$) коэффициенты.

Кроме того, идентифицировано две пары признаков (длина лепестка — длина соцветия и диаметр цветка — количество цветков в соцветии), общих для цветков и соцветий сирени обыкновенной независимо от точки сбора проб для исследования, что может говорить о том, что эти признаки никак не зависят от степени загрязнения окружающей природной среды.

Заключение

По результатам анализа метрических признаков цветков и соцветий сирени обыкновенной, произрастающей в различных экологических условиях, можно сделать ряд выводов:

1. Цветки, собранные с растений сирени обыкновенной, произрастающей в условиях города, имеют меньшие длину и ширину лепестка, а также диаметр по сравнению с цветками растений, произрастающих на территории ботанического сада.

2. По результатам проведенного исследования можно предположить: чем меньше варьирование исследуемых признаков цветков и соцветий, тем выше вероятность того, что в более благоприятных для семенного размножения условиях цветки и соцветия растений *S. vulgaris* L. остаются фенотипически более однородными.

3. Высокой степени статистически значимые коррелирующие морфометрические признаки цветка сирени выявлены у растений, произрастающих в более благоприятных условиях (ботанический сад), что еще раз подтверждает большую стабильность исследуемых признаков при снижении уровня стрессующего воздействия среды.

4. Выявлено две пары признаков, общих для форм из обеих точек сбора: длина лепестка — длина соцветия и диаметр цветка — количество цветков в соцветии. Вероятно, эти пары признаков являются видоспецифичными и не зависят от направленного влияния факторов техногенного загрязнения.

Список использованной литературы

1. Абузярова Ю. В., Чикенева И. В., Колесников П. В. Загрязнение придорожной зоны выбросами автотранспорта на примере Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 3, № 35-1. С. 134—137.
2. Белорусец Е. Ш., Горб В. К. Сирень. М. : Урожай, 1990. 176 с.
3. Боровик Р. А., Большеева Т. Н., Скворцов Н. Д. Изучение динамики соотношения железа и марганца в листьях растений сирени (*Syringa vulgaris* L.) при многократной фоллиарной обработке раствором сульфата марганца // Агрехимия в XXI веке : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти академика РАН В. Г. Минеева. 27—28 сентября 2018 г. М., 2018. С. 227—233.
4. Горелова С. В., Волкова Е. М. Физиологические параметры древесных растений как основа для биоиндикации и биомониторинга состояния естественных и антропогенных экосистем // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2015. № 3. С. 271—283.
5. Елисеева М. В., Укенов Б. С. Фитотоксичность почв ботанического сада Оренбургского государственного университета // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Оренбург, 2016. С. 1316—1320.
6. Есенжолова А. Ж., Панин М. С. Биоиндикационный потенциал листьев древесных и кустарниковых растений г. Темиртау // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 3 (19). С. 160—168.
7. Жакова С. Н. Репродуктивная биология некоторых видов и культиваров рода сирень (*Syringa* L.) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2015. 23 с.
8. Зыкова В. К. Представители рода *Syringa* L. для озеленения на южном берегу Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2012. № 104. С. 56—59.
9. Колмогорова Е. Ю. Морфометрическая характеристика древесных растений, произрастающих в условиях воздействия выбросов автотранспорта // Живые и биокосные системы. 2013. № 4. С. 6—16.
10. Кузнецова Т. М., Захаренко Г. С., Захаренко А. Н. Морфологические особенности соцветий конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в культуре на южном берегу Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2008. № 96. С. 44—47.
11. Малюхин Д. М. Изменчивость листьев сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) по симметрическим показателям // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2011. № 196. С. 324—330.
12. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1972. 276 с.
13. Мартынов Л. Г. Интродукция видов рода сирень (*Syringa* L.) в условиях ботанического сада подзоны средней тайги // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2013. № 4 (16). С. 25—31.
14. Масленников П. В., Дедков В. П., Куркина М. В., Ващейкин А. С., Журавлев И. О., Бавтрук Н. В. Аккумуляция металлов в растениях урбозкосистем // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2015. № 7. С. 57—69.
15. Мاستицкий С. Э. Методическое пособие по использованию программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований. Мн. : РУП «Ин-т рыбного хозяйства», 2009. 76 с.
16. Назарова Н. М. Особенности аккумуляции тяжелых металлов листовыми пластинками видов-интродуцентов, принадлежащих роду *Syringa* L. // Научный фонд «Биолог». Ежемесячный научный журнал. 2014. № 2. С. 40—43.
17. Окунева И. Б., Михайлов Н. Л., Демидов А. С. Сирень. Коллекция ГБС РАН. М. : Наука, 2008. 172 с.
18. Павленкова Г. А. Оценка зимостойкости видов и сортов сирени в условиях Орловской области // Субтропическое и декоративное садоводство. 2014. № 50. С. 244—250.
19. Павленкова Г. А., Гольшкин Л. В. Оценка влияния окружающей природной среды на состояние растений сирени в Орловской области // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2013. Т. 16, № 16. С. 126—129.
20. Павлова М. А. Внутривидовая изменчивость морфологических признаков *Ornithogalum umbellatum* L. в условиях Донецкого ботанического сада НАН Украины // Промышленная ботаника. 2011. № 11. С. 230—235.
21. Пирогова Д. В., Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М. Адаптация древесных растений к воздействию городской среды // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 26, № 2. С. 217—221.
22. Рябина З. Н., Князев М. С. Определитель сосудистых растений Оренбургской области. М. : КМК, 2009. 758 с.
23. Савинцева Л. С. Возможность использования сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) в целях биоиндикации // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. 2012. № 1. С. 382—383.

24. Сафонов М. А., Федорова Д. Г., Назарова Н. М. Зависимость морфометрических показателей листовых пластинок *Syringa vulgaris* L. и *Crataegus sanguinea* Pall. от степени загрязнения атмосферного воздуха различных районов г. Оренбурга [Электронный ресурс] // Вестник современных исследований. 2017. № 9-1. С. 39—45. URL: <http://www.orcacenter.ru/journals/modern-research/mr.2017.09.01.pdf>.
25. Стрекалов И. Ф., Потапова Н. И. Сирень. М. : ЗАО Фитон+, 2002. 144 с.
26. Тарасова Т. Ф., Гарицкая М. Ю. Исследование экологических нагрузок на придорожные территории г. Оренбурга // Вестник Оренбургского государственного университета. 2004. № 2. С. 116—121.
27. Храмова Е. П., Высочина Г. И. Изменчивость морфологических параметров и содержания флавоноидов в *Pentaphylloides fruticosus* (L.) O. Schwarz (Rosaceae) в условиях культуры // Химия растительного сырья. 2010. № 3. С. 135—141.
28. Чекмарева О. В. Оценка роли автомобильного транспорта в загрязнении воздуха города Оренбурга // Вестник Оренбургского государственного университета. 2001. № 1. С. 75—77.
29. Шадманова Т. Х., Чуйков Ю. С. Экологические основы биоиндикационных исследований // Астраханский вестник экологического образования. 2012. № 2. С. 157—164.
30. Orlova D. G., Nazarova N. M. Phytoindication as a way to evaluate the level of environmental pollution in Orenburg // 8th International Scientific Conference “Applied Sciences in Europe: tendencies of contemporary development”. Stuttgart : ORT publishing, 2014. P. 9—16.

Поступила в редакцию 22.02.2019

Назарова Наталья Михайловна, младший научный сотрудник
Оренбургский государственный университет
Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13
E-mail: nazarova-1989@yandex.ru

UDC 581.46:581.522.5:674.031.931.62

N. M. Nazarova

Variability of morphometric characteristics of flowers and inflorescences *Syringa vulgaris* L. in the environment with different levels of technogenic load

The article presents a comparative analysis of the morphometric parameters of the *Syringa vulgaris* L. flowers and inflorescences in the urban environment and in the territory of the Orenburg state university botanical garden. When analyzing the results, it was found that in more favorable conditions of the botanical garden the coefficients of variability of morphometric parameters have lower rates than in the urban conditions of Orenburg. In the technogenic environment statistically significant correlating features were less revealed, their statistical significance is lower than in the Botanical garden. Correlation analysis confirms the influence of growing conditions on the variability and direction of selection of morphometric characteristics of flowers and inflorescences of common lilac.

Key words: *S. vulgaris* L., flower, inflorescence, morphometric parameters, coefficient of variation.

Nazarova Natalia Mikhailovna, Junior researcher
Orenburg State University
Russian Federation, 460018, Orenyburg, pr-t Pobedy, 13
E-mail: nazarova-1989@yandex.ru

References

1. Abuzyarova Yu. V., Chikeneva I. V., Kolesnikov P. V. Zagryaznenie pridorozhnoi zony vybrosami avtotransporta na primere Orenburgskoi oblasti [Roadside pollution by motor vehicle emissions on the example of the Orenburg region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, vol. 3, no. 35-1, pp. 134—137. (In Russian)
2. Belorusets E. Sh., Gorb V. K. *Siren'* [Lilac]. Moscow, Urozhai Publ., 1990. 176 p. (In Russian)

3. Borovik R. A., Bolysheva T. N., Skvortsov N. D. Izuchenie dinamiki sootnosheniya zheleza i margantsa v list'yakh rastenii sireni (*Syringa vulgaris* L.) pri mnogokratnoi foliarnoi obrabotke rastvorom sul'fata margantsa [Studying the dynamics of the ratio of iron and manganese in the leaves of lilac plants (*Syringa vulgaris* L.) with repeated foliar treatment with a solution of manganese sulfate]. *Agrokimiya v XXI veke: materialy Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem. 27—28 sentyabrya 2018 g.* [Agrochemistry in the XXI century. Proceed. of All-Russia sci. conf. with Internat. participation. September 27—28, 2018]. Moscow, 2018, pp. 227—233. (In Russian)
4. Gorelova S. V., Volkova E. M. Fiziologicheskie parametry drevesnykh rastenii kak osnova dlya bioindikatsii i biomonitoringa sostoyaniya estestvennykh i antropogennykh ekosistem [The physiological parameters of woody plants as a base for bioindication and biomonitoring of natural and anthropogenic ecosystems]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki — News of the Tula state university. Natural sciences*, 2015, no. 3, pp. 271—283. (In Russian)
5. Eliseeva M. V., Ukenov B. S. Fitotoksichnost' pochv botanicheskogo sada Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Phytotoxicity of the soils of the Botanical garden of the Orenburg State University]. *Universitetskii kompleks kak regional'nyi tsentr obrazovaniya, nauki i kul'tury* [University complex as a regional center of education, science and culture]. Orenburg, 2016, pp. 1316—1320. (In Russian)
6. Esenzholova A. Zh., Panin M. S. Bioindikatsionnyi potentsial list'ev drevesnykh i kustarnikovykh rastenii g. Temirtau [Bioindication potential of trees and shrubs leaves of Temirtau city]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya — Tomsk State University Journal of Biology*, 2012, no. 3 (19), pp. 160—168. (In Russian)
7. Zhakova S. N. *Reproduktivnaya biologiya nekotorykh vidov i kul'tivarov roda siren' (Syringa L.): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Reproductive biology of some species and cultivars of the genus Lilac (*Syringa* L.). Abstr. Cand. Dis.]. Perm, 2015. 23 p. (In Russian)
8. Zykova V. K. Predstaviteli roda *Syringa* L. dlya ozeleneniya na yuzhnom beregu Kryma [Representatives of genus *Syringa* L. for landscape gardening on the South Coast of the Crimea]. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2012, no. 104, pp. 56—59. (In Russian)
9. Kolmogorova E. Yu. Morfometricheskaya kharakteristika drevesnykh rastenii, proizrastayushchikh v usloviyakh vozdeistviya vybrosov avtotransporta [The morphometric characteristic of the wood plants growing in the conditions of impact of vehicle emissions]. *Zhivye i biokosnye sistemy*, 2013, no. 4, pp. 6—16. (In Russian)
10. Kuznetsova T. M., Zakharenko G. S., Zakharenko A. N. Morfologicheskie osobennosti sotsvetii konskogo kashtana obyknovennogo (*Aesculus hippocastanum* L.) v kul'ture na yuzhnom beregu Kryma [Morphological peculiarities of raceme of *Aesculus hippocastanum* L. in culture on the South Coast of the Crimea]. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2008, no. 96, pp. 44—47. (In Russian)
11. Malyukhin D. M. Izmenchivost' list'ev sireni obyknovЕННОI (*Syringa vulgaris* L.) po simmetrologicheskim pokazatelyam [Variability of lilac leaves (*Syringa vulgaris* L.) by symmetrical characteristics]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii*, 2011, no. 196, pp. 324—330. (In Russian)
12. Mamaev S. A. *Formy vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh rastenii* [Forms of intraspecific variability of woody plants]. Moscow, Nauka Publ., 1972. 276 p. (In Russian)
13. Martynov L. G. Introduktsiya vidov roda siren' (*Syringa* L.) v usloviyakh botanicheskogo sada podzony srednei taigi [Introduction of species of *Syringa* L. genus in the Botanical garden (Middle taiga subzone)]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN — Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences*, 2013, no. 4 (16), pp. 25—31. (In Russian)
14. Maslennikov P. V., Dedkov V. P., Kurkina M. V., Vashcheikin A. S., Zhuravlev I. O., Bavtruk N. V. Akkumulyatsiya metallov v rasteniyakh urboekosistem [Metal accumulation in urban ecosystem plants]. *Vestnik Baltiiskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Ser. Estestvennye i meditsinskie nauki — IKBFU's Vestnik: Natural and medical sciences*, 2015, no. 7, pp. 57—69. (In Russian)
15. Mastitskii S. E. *Metodicheskoe posobie po ispol'zovaniyu programmy STATISTICA pri obrabotke dannykh biologicheskikh issledovaniy* [Methodological manual on the use of the program STATISTICA in the processing of biological research data]. Minsk, RUP "In-t rybnogo khozyaistva" Publ., 2009. 76 p. (In Russian)
16. Nazarova N. M. Osobennosti akkumulyatsii tyazhelykh metallov listovymi plastinkami vidov-introduktsentov, prinadlezhashchikh rodu *Syringa* L. [Features of accumulation of heavy metals leaf blade species-introduced belonging to the genus *Syringa* L.]. *Nauchnyi fond "Biolog". Ezhemesyachnyi nauchnyi zhurnal*, 2014, no. 2, pp. 40—43. (In Russian)
17. Okuneva I. B., Mikhailov N. L., Demidov A. S. *Siren'. Kolleksiya GBS RAN* [Lilac. Collection MBG RAS]. Moscow, Nauka Publ., 2008. 172 p. (In Russian)
18. Pavlenkova G. A. Otsenka zimostoikosti vidov i sortov sireni v usloviyakh Orlovskoi oblasti [Winter hardiness evaluation of *Syringa* species and cultivars under Orel region conditions]. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo — Subtropical and ornamental horticulture*, 2014, no. 50, pp. 244—250. (In Russian)
19. Pavlenkova G. A., Golyshkin L. V. Otsenka vliyaniya okruzhayushchei prirodnoi sredy na sostoyanie rastenii sireni v Orlovskoi oblasti [Assessment of the impact of the environment on the state of lilac plants in the

Orel region]. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rastenii*, 2013, vol. 16, no. 16, pp. 126—129. (In Russian)

20. Pavlova M. A. Vnutrividovaya izmenchivost' morfologicheskikh priznakov *Ornithogalum umbellatum* L. v usloviyakh Donetskogo botanicheskogo sada NAN Ukrainy [Intraspecific variation of morphological characters of *Ornithogalum umbellatum* L. under conditions of Donetsk botanical garden of NAS of Ukraine]. *Promyshlennaya botanika*, 2011, no. 11, pp. 230—235. (In Russian)

21. Pirogova D. V., Suntsova L. N., Inshakov E. M. Adaptatsiya drevesnykh rastenii k vozdeistviyu gorodskoi sredy [Adaptation of wood plants to influence of the city environment]. *Khvoynye boreal'noi zony — Conifers of the boreal area*, 2009, vol. 26, no. 2, pp. 217—221. (In Russian)

22. Ryabinina Z. N., Knyazev M. S. *Opredelitel' sosudistykh rastenii Orenburgskoi oblasti* [The key of vascular plants of the Orenburg region]. Moscow, KMK Publ., 2009. 758 p. (In Russian)

23. Savintseva L. S. Vozmozhnost' ispol'zovaniya sireni obyknovЕННОI (*Syringa vulgaris*) v tselyakh bioindikatsii [Possible use of common lilac (*Syringa vulgaris*) for bioindication]. *Sovremennyye problemy prirodnopol'zovaniya, okhotovedeniya i zverovodstva*, 2012, no. 1, pp. 382—383. (In Russian)

24. Safonov M. A., Fedorova D. G., Nazarova N. M. Zavisimost' morfometricheskikh pokazatelei listovykh plastinok *Syringa vulgaris* L. i *Crataegus sanguinea* Pall. ot stepeni zagryazneniya atmosfernogo vozdukha razlichnykh raionov g. Orenburga [Dependence of morphometric parameters of leaf plates *Syringa vulgaris* and *Crataegus sanguinea* on the degree of air pollution in different regions in the city of Orenburg]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy*, 2017, no. 9-1, pp. 39—45. Available at: <http://www.orcancer.ru/journals/modern-research/mr.2017.09.01.pdf>. (In Russian)

25. Strelakov I. F., Potapova N. I. *Siren'* [Lilac]. Moscow, Fiton+ Publ., 2002. 144 p. (In Russian)

26. Tarasova T. F., Garitskaya M. Yu. Issledovanie ekologicheskikh nagruzok na pridorozhnye territorii g. Orenburga [Ecologic burden on roadside territories of Orenburg study]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta — Vestnik of the Orenburg State University*, 2004, no. 2, pp. 116—121. (In Russian)

27. Khramova E. P., Vysochina G. I. Izmenchivost' morfologicheskikh parametrov i sodержaniya flavonoidov v *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz (Rosaceae) v usloviyakh kul'tury [Variability of morphological parameters and content of flavonoids in *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz (Rosaceae) in culture]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya — Chemistry of plant raw material*, 2010, no. 3, pp. 135—141. (In Russian)

28. Chekmareva O. V. Otsenka roli avtomobil'nogo transporta v zagryaznenii vozdukha goroda Orenburga [Evaluating motor transport share in air pollution within the city of Orenburg]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta — Vestnik of the Orenburg State University*, 2001, no. 1, pp. 75—77. (In Russian)

29. Shadmanova T. Kh., Chuikov Yu. S. Ekologicheskie osnovy bioindikatsionnykh issledovaniy [Ecological bases bioindication studies]. *Astrakhanskii vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*, 2012, no. 2, pp. 157—164. (In Russian)

30. Orlova D. G., Nazarova N. M. Phytoindication as a way to evaluate the level of environmental pollution in Orenburg. *8th International Scientific Conference "Applied Sciences in Europe: tendencies of contemporary development"*. Stuttgart, ORT publishing, 2014, pp. 9—16.