

Изменчивость морфологических параметров листьев сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) и сирени венгерской (*Syringa josikaea* Jacq.) в условиях г. Барнаула

Variability of leaves' morphological parameters of common lilac (*Syringa vulgaris* L.) and hungarian lilac (*Syringa josikaea* Jacq.) in the conditions of Barnaul

Кондратьева И. А., Соколова Г. Г., Орлова С. А.

Kondratyeva I. A., Sokolova G. G., Orlova S. A.

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия. E-mail: kondratevaia@bio.asu.ru, sokolova-gg@mail.ru
Altai State University, Barnaul, Russia

Реферат. В статье рассматривается морфологическая изменчивость листьев *Syringa vulgaris* L. и *Syringa josikaea* Jacq. в условиях техногенного загрязнения г. Барнаула. Выявлены закономерности изменения длины черешка, длины, ширины и площади листьев двух видов сиреней. Оценена флуктуирующая асимметрия и стабильность развития листьев при разных уровнях загрязнения воздуха выбросами автотранспорта. Отмечена зависимость интенсивности антропогенной деградации от площади колков. Зафиксировано, что наибольшей стабильностью развития листового аппарата в условиях техногенного загрязнения характеризуется сирень венгерская.

Ключевые слова. Морфология листа, стабильность развития, техногенное загрязнение, флуктуирующая асимметрия, *Syringa josikaea*, *Syringa vulgaris*.

Summary. The article discusses the morphological variability of the leaves of *Syringa vulgaris* L. and *Syringa josikaea* Jacq. under the conditions of technogenic pollution in Barnaul. The patterns of changes in the length of the petiole, the length, width, and area of the leaves of two species of lilacs have been revealed. The fluctuating asymmetry and stability of leaf development have been evaluated at different levels of air pollution by vehicle emissions. The dependence of the intensity of anthropogenic degradation on the area of the plantations has been noted. It has been recorded that the Hungarian lilac is characterized by the highest stability of leaf development under conditions of technogenic pollution.

Key words. Fluctuating asymmetry, leaf morphology, stability of development, *Syringa josikaea*, *Syringa vulgaris*, technogenic pollution.

Введение. В атмосферу крупного промышленного города ежегодно попадает несколько десятков тонн различных поллютантов. Автомобильный транспорт является наиболее опасным и интенсивным источником загрязнения атмосферы городов, в выбросах которого выявлено большое содержание вредных веществ, среди которых особую опасность представляют оксиды углерода, углеводороды, оксиды азота, сажа, свинец, диоксид серы, альдегиды.

Наряду с традиционными физико-химическими методами контроля загрязнения используются методы биоиндикации, основанные на изменении морфологических структур растений под влиянием техногенного загрязнения, в том числе показателей флуктуирующей асимметрии и стабильности развития организмов. Фитоиндикация в городских условиях считается одним из самых важных и перспективных направлений экологического мониторинга, которая позволяет без значительных экономических затрат проводить полноценные наблюдения за уровнем техногенного загрязнения среды (Назарова, 2022).

Многими исследованиями было доказано, что сирень – это перспективное растение-индикатор окружающей среды (Савинцева, 2012; Филиппов и др., 2014; Машина и др., 2015; Подошевка, 2016; Назарова, 2019). В городских условиях под влиянием загрязнения происходит изменение несимметричных и симметричных морфологических параметров вегетативных органов сирени, которые могут как увеличиваться, так и уменьшаться по сравнению с контролем (Колмогорова, 2010; Павленкова,

Голышкин, 2014; Машина и др., 2015; Зацепина и др., 2016; Сунцова, Иншаков, 2020; Кулагина, Григорьева, 2019). Происходит отклонение в билатеральной симметрии листа по мере возрастания уровня антропогенного воздействия среды.

Цель работы: охарактеризовать изменчивость морфологических параметров листьев сирени обыкновенной и сирени венгерской в условиях города Барнаула.

Материалы и методы исследования. Для города Барнаула отмечается высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха. Основными веществами, определяющими высокий уровень загрязнения атмосферы, являются диоксиды азота и серы, оксид углерода, бенз(а)пирен, взвешенные вещества, формальдегид. Уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий. Источниками загрязнения являются автотранспорт, ТЭЦ, котельные (Государственный доклад..., 2024).

В качестве объектов исследования выбраны сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.) и сирень венгерская (*Syringa josikaea* Jacq.), широко используемые для озеленения города. Оба вида сирени характеризуется высокой засухоустойчивостью, зимостойкостью и газоустойчивостью, не требовательны к почвенным условиям; используются в озеленении городов для одиночных и групповых посадок (Павленкова, Голышкин, 2014).

Листья сирени обыкновенной и сирени венгерской собирали с кустарников, достигнувших генеративного состояния. Учитывались экологические условия произрастания растения, каждая группа точек была с одинаковым уровнем освещенности, увлажнения и т.д. Сбор листьев сирени производился из одной и той же части кроны с разных сторон растения. Листья выбирались среднего размера, из выборки исключались листья с заведомо асимметричными листьями. Всего изучено 28 точек произрастания сиреней, объем выборки с каждой точки составил 100 листьев. В качестве контроля был выбран Южно-Сибирский ботанический сад АлтГУ.

Для оценки изменения морфологии листьев сирени в условиях урбоэкосистемы были использованы такие морфологические параметры, как длина листа, ширина листа, длина черешка, площадь листовой пластинки. Измерение параметров флуктуирующей асимметрии проводили согласно стандартной методике (Методические рекомендации..., 2003). Оценку стабильности развития сирени обыкновенной и сирени венгерской проводили на основании пятибалльной шкалы, разработанной В. М. Захаровым и др. (Здоровье среды, 2000). В местах отбора проб определялась интенсивность движения автомобилей и коэффициента загрязнения воздуха. Все результаты исследования обработаны статистически с использованием программы MS Excel для Windows.

Результаты и их обсуждение. У сирени обыкновенной с увеличением интенсивности движения и загрязнения воздуха по сравнению с контролем достоверно увеличивается длина листа на 6–13 %, причем наибольшее увеличение характерно для автодорог с низкой интенсивностью движения. Ширина листа достоверно увеличивается по сравнению с контролем на 8–14 % с максимальными значениями вдоль дорог с низкой интенсивностью движения. Длина черешка листьев сирени у автодорог с разной интенсивностью движения достоверно уменьшилась по сравнению с контролем на 5–6 %.

Во всех местах произрастания наблюдалось достоверное увеличение площади листа сирени обыкновенной на 10–30 % по сравнению с контролем. Наибольшее увеличение площади листа отмечено у дорог с низкой интенсивностью движения (табл. 1).

Таким образом, у сирени обыкновенной под влиянием техногенного загрязнения происходит достоверное увеличение площади, длины и ширины листа, а также незначительное увеличение длины черешка. Наибольшие отклонения в сторону увеличения морфологических параметров характерно для сирени обыкновенной, произрастающей вдоль дорог с низкой интенсивностью движения.

У сирени венгерской, растущей вдоль дорог с разной интенсивностью движения автотранспорта, зафиксировано достоверное уменьшение длины листа на 4–19 % по сравнению с контролем. Ширина листа достоверно увеличивалась по сравнению с контролем на 1–9 %. Максимальное увеличение длины и ширины листа отмечено вдоль автодорог с низкой интенсивностью движения. Длина черешка по сравнению с контролем достоверно увеличивается на 17–24 %. Площадь листа по сравнению с контролем достоверно увеличивается на 12–20 % (табл. 1).

Следовательно, у сирени венгерской выявлено достоверное уменьшение по сравнению с контролем длины листа, увеличение площади листа, ширины листа и длины черешка. Максимальное увеличение параметров по сравнению с контролем характерно для автодорог с низкой интенсивностью движения.

Следовательно, в условиях городской среды по сравнению с контролем при слабом загрязнении окружающей среды площадь листа сирени обыкновенной и сирени венгерской достоверно увеличивается, что объясняется стрессовой реакцией растений на техногенное загрязнение и разрушение фотосинтетических пигментов.

Таблица 1

Изменение морфологических параметров листьев сирени в условиях г. Барнаула

Точка	Длина листа, мм	Ширина листа, мм	Длина черешка, мм	Площадь, мм ²
Сирень обыкновенная				
Контроль	74,5 ± 0,6	50,4 ± 0,2	23,2 ± 0,3	2559,4 ± 34,7
Низкая интенсивность движения	84,5 ± 0,8	57,7 ± 0,3	24,4 ± 0,3	3325,8 ± 46,6
Средняя интенсивность движения	79,2 ± 1,1	56,0 ± 0,4	24,6 ± 0,3	3055,1 ± 74,6
Высокая интенсивность движения	79,9 ± 0,7	54,7 ± 0,3	24,3 ± 0,4	2821,4 ± 44,6
Сирень венгерская				
Контроль	137,6 ± 1,3	63,8 ± 0,3	12,9 ± 0,3	5883,1 ± 77,3
Низкая интенсивность движения	132,3 ± 1,3	69,4 ± 0,4	16,0 ± 0,2	6604,5 ± 93,8
Средняя интенсивность движения	130,3 ± 1,6	65,4 ± 0,3	15,1 ± 0,3	6313,8 ± 80,3
Высокая интенсивность движения	111,1 ± 1,3	64,1 ± 0,4	15,6 ± 0,4	4707,8 ± 78,2

По показателям флуктуирующей асимметрии стабильность развития листьев сирени обыкновенной на контроле соответствует норме. Небольшие отклонения от нормы обнаружены у листьев сирени, произрастающей вдоль дорог с низкой интенсивностью движения. У дорог со средней интенсивностью движения автотранспорта для листьев сирени обыкновенной характерны существенные нарушения стабильности развития. Критическое состояние для развития листьев сирени обыкновенной складываются в точках с высокой интенсивностью движения (табл. 2).

Таблица 2

Флуктуирующая асимметрия и стабильность развития сирени в условиях г. Барнаула

Место произрастания	Индекс флуктуирующей асимметрии	Баллы	Стабильность развития
Сирень обыкновенная			
Контроль	0,049	1	условная норма
Низкая интенсивность движения	0,058	2	небольшие отклонения от нормы
Средняя интенсивность движения	0,062	3	существенные нарушения
Высокая интенсивность движения	0,073	5	критическое состояние
Сирень венгерская			
Контроль	0,041	1	условная норма
Низкая интенсивность движения	0,057	2	небольшие отклонения от нормы
Средняя интенсивность движения	0,063	3	существенные нарушения
Высокая интенсивность движения	0,065	4	опасные нарушения

Стабильность развития сирени венгерской на контроле также соответствует условной норме. Небольшие отклонения наблюдаются у дорог с низкой интенсивностью движения. У дорог со средней интенсивностью движения отмечены существенные отклонения, а у дорог с высокой интенсивностью движения – опасные нарушения.

Отклонения в билатеральной симметрии сирени венгерской и сирени обыкновенной выражаются показателем флуктуирующей асимметрии, отражающим ослабление способности организма контролировать развитие в результате экологического стресса.

Выводы. Таким образом, в результате исследования выявлены отклонения морфологических параметров листьев у обоих видов сиреней. Наибольшей стабильностью развития листового аппарата в условиях техногенного загрязнения характеризуется сирень венгерская.

ЛИТЕРАТУРА

- Зацепина А. А., Наризняк Д. Д., Кулакова Н. Н.** Биоиндикация окружающей среды г. Красноярска при помощи флуктуирующей асимметрии листа сирени венгерской. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2016. – С. 299–301.
- Здоровье среды: методика оценки* / Захаров В. М. и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
- Колмогорова Е. Ю.** Структурно-функциональные особенности *Syringa vulgaris* L. и оценка возможности их применения в диагностике атмосферного загрязнения г. Кемерово // Сибирский экологический журнал, 2010. – № 2. – С. 335–339.
- Кулагина В. А., Григорьева Н. Г.** Листовые пластины тополя бальзамического (*Populus balsamifera*) и сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) как индикатор состояния среды территории г. Красноярска // Инновационные тенденции развития российской науки, 2019. – С. 50–54.
- Машина Т. В., Коротков А. А., Ковылина О. П.** Изучение влияния техногенного загрязнения на сирень обыкновенную // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения, 2015. – С. 14–16.
- Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ:* распоряжение Росэкологии от 16 октября 2003 г. № 460-р. – М., 2003. – 24 с.
- Назарова Н. М.** К вопросу о перспективности использования *S. vulgaris* L. в качестве вида-биоиндикатора техногенного загрязнения урбосреды г. Оренбург // Природно-ресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России, 2019. – С. 129–133.
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2023 году».* – Барнаул, 2024. – 192 с.
- Павленкова Г. А., Гольишкин Л. В.** Оценка экологического состояния окружающей среды г. Орла и Орловской области по показателям флуктуирующей асимметрии листа сирени обыкновенной // Актуальность идей В. Н. Хитрово в исследовании биоразнообразия России. – Орел: Изд-во Орловского государственного университета, 2014. – С. 76–80.
- Подошевко К. Ю.** Изучение биометрических показателей побегов сирени обыкновенной, произрастающей в различных районах города Красноярска // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки, 2016. – С. 54–56.
- Савинцева Л. С.** Возможность использования сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) в целях биоиндикации // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства, 2012. – С. 382–383.
- Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М.** Сравнительный анализ состояния сирени венгерской и сирени обыкновенной в условиях урбанизированной среды города Красноярска // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений, 2020. – Т. 23. – С. 117–120.
- Филиппов Е. С., Иванисова Н. В., Куринская Л. В.** О биоиндикации транспортно-селитебных ландшафтов методом флуктуирующей асимметрии // Известия высших учебных заведений, 2014. – № 6. – С. 68–72.