

Анализ состояния урбозкосистемы с использованием метода флуктуирующей асимметрии

А. Ю. Луговская^{1}*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: aulyg@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анализа влияния транспортно-промышленного загрязнения на растение *Potentilla fruticosa* L. Установлено, что растение в ответ на техногенное воздействие проявляет реакцию, заключающуюся в сокращении размеров ассимиляционных органов. Показано, что качество окружающей среды урбанизированной территории по величине флуктуирующей асимметрии конечной доли листа соответствует высокому уровню загрязнения.

Ключевые слова: морфологические показатели, флуктуирующая асимметрия, транспортно-промышленное загрязнение

Analysis of the state of the urban ecosystem using the method of fluctuating asymmetry

A. Yu. Lugovskaya^{1}*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* email: aulyg@mail.ru

Abstract. The article presents the results of the analysis of the influence of transport and industrial pollution on the plant *Potentilla fruticosa* L. It has been established that the plant, in response to man-made effects, exhibits a reaction consisting in reducing the size of assimilation organs. It is shown that the environmental quality of the urbanized territory in terms of the fluctuating asymmetry of the final leaf fraction corresponds to a high level of pollution.

Keywords: morphological indicators, fluctuating asymmetry, transport and industrial pollution

Загрязненность атмосферы вредными веществами, оказывающими отрицательное воздействие на людей и биоту, остается наиболее опасной из всех форм деградации природной среды. Веществами, определяющими высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Новосибирска и вдоль крупных автомагистралей, в частности, являются пыль, азота диоксид, аммиак, оксид углерода, формальдегид, 3,4-бенз(а)пирен (по данным ЗапСибЦМС). Существующая в Новосибирске система контроля за состоянием окружающей среды относится к категории санитарно-гигиенического мониторинга. Однако необходимо учитывать, что применение только традиционных приборных измерительных методов анализа становится недостаточным, поскольку физико-химические методы указывают лишь на качественный состав загрязнений и содержание определенных вредных веществ в среде и не могут дать прямого ответа на вопрос о воздействии на живые организмы, в том числе человека. Наряду с физико-химическими методами необходимо шире использовать методы биологического мониторинга,

позволяющие получить интегральную оценку воздействия комплекса ряда внешних факторов на растительные организмы и ответную реакцию растений на них. Растения выступают как универсальные природные фильтры, аккумулирующие и детоксирующие самые различные ингредиенты промышленных выбросов, поглощая из воздуха газообразные примеси и осаждая их, что дает основание считать растительность гарантом экологического благополучия настоящего времени и на перспективу. Анализ литературных данных показал, что интенсивность поглощения газов растениями зависит от концентрации газа, продолжительности действия и, что особенно важно, от физиолого-биохимических особенностей растения. Одним из направлений биомониторинга является фитоиндикация, представляющая собой обнаружение экологически значимых нагрузок путем определения изменений анатомо-морфологических и физиолого-биохимических показателей на основе реакций растительных организмов, произрастающих в данной среде [1].

Для оценки стрессового воздействия техногенного характера на растения применяют различные подходы, в том числе определяют количественные изменения анатомо-морфологических и физиолого-биохимических показателей. Обнаружение и оценка этих изменений в сочетании с физико-химическими методами дают достоверную картину условий места произрастания растений и отражают состояние городской среды. При этом в качестве индикатора загрязнения среды может быть использована городская растительность. Наиболее подробно в этом отношении изучены ответные реакции древесных и травянистых жизненных форм. Кустарники являются важным элементом озеленения, который играет большую роль в декоративном убранстве города, и выполняют экологические функции [2].

В качестве объекта исследования выбран *Potentilla fruticosa* L. – сильноветвистый кустарник высотой до 1,5 метров с непарноперистыми листьями и золотисто-желтыми крупными цветками, собранными обычно на концах побегов. Данный вид широко используется в озеленении города [3].

Цель работы заключалась в анализе состояния окружающей среды г. Новосибирска на основании неспецифических морфогенетических (флуктуирующая асимметрия) изменений в листьях кустарников при воздействии транспортно-промышленного загрязнения.

Влияние транспортно-промышленного загрязнения в г. Новосибирске на морфологические показатели изучались на кустарниках *Potentilla fruticosa* L., произрастающих на газонах вдоль автомобильных магистралей в четырех районах города (Железнодорожный, Ленинский, Октябрьский, Советский), различающихся по составу и уровню загрязняющих веществ. Растения из наиболее благоприятного с экологической точки зрения Советского района служили контролем (фон). Схема отбора образцов *P. fruticosa* представлена на рисунке 1.

Образцы растительного материала отбирались в фазе плодоношения. Объем выборки на каждом участке составлял 10–15 особей.

В качестве индикаторов стрессового состояния использовались показатели флуктуирующей асимметрии (ФА) листа, поскольку величина ФА оказывается

минимальной лишь при определенных, оптимальных для рассматриваемого вида организмов, условиях среды и неспецифически возрастает при любых стрессовых воздействиях. Флуктуирующая асимметрия характеризует степень изменения нормального развития организма под действием того или иного стрессового фактора или их совокупностей. В результате этого стабильность онтогенеза нарушается, что выражается в уменьшении степени симметрии главнейших ассимиляционных органов – листьев [4].



Рис. 1. Схема отбора образцов *Potentilla fruticosa*, высаженных в г. Новосибирске:

Л – Ленинский район, О – Октябрьский район,
Ж – Железнодорожный район, С – Советский район

Измерения морфометрических параметров листа выполняли методом компьютерного анализа изображений с помощью программного продукта ГИС MapInfo Professional. Измеряли площадь, периметр, длину и ширину листовой пластинки, длину черешка и дополнительно площадь, периметр, длину и ширину конечной доли листа лапчатки кустарниковой. Расчет ФА проводился с использованием алгоритма нормированной разности.

Анализ морфометрических показателей растений *P. fruticosa* в течение 5 лет (с 2008 по 2015) из разных районов города показал, что наибольшие различия с контролем свойственны растениям, произрастающим в Октябрьском районе. Площадь листа и его конечной доли, периметр, длина, ширина листа, сократились в 1,1–4,5 раза по сравнению с контролем. В образцах из Ленинского и Железнодорожного районов эти показатели несколько ниже как видно на рисунке 2.

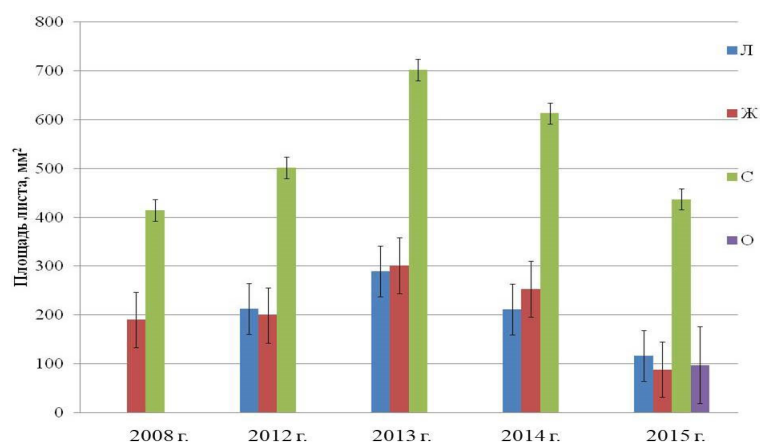


Рис. 2. Площадь листа *Potentilla fruticosa* в уличных посадках и контроле по годам

(Л – Ленинский район (данные по 2012–2015 г.г.); Ж – Железнодорожный район (данные 2008, 2012–2015гг.); О – Октябрьский район (данные за 2015 г.); С – Советский район (данные по 2012–2015 гг.))

Соотношение периметр листа из городских условий / периметр листа из контроля так же возрастало и составило в Ленинском районе 2–4,5; в Железнодорожном районе – 1,7–4, как представлено на рисунке 3.

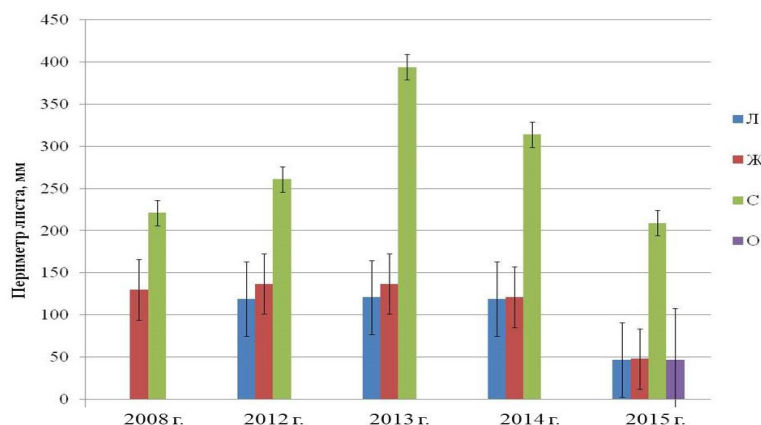


Рис. 3. Периметр листа *Potentilla fruticosa* в уличных посадках и контроле по годам

(Л – Ленинский район (данные по 2012–2015 г.г.); Ж – Железнодорожный район (данные 2008, 2012–2015гг.); О – Октябрьский район (данные за 2015 г.); С – Советский район (данные по 2012–2015 гг.))

Значения ФА конечной доли листа *P. fruticosa* из городских условий соответствовали сильному и критическому уровню загрязнения (4–5 баллов), в контроле -1 баллу (норма). Значения ФА представлены на рис. 4.

Установлено, что растения *Potentilla fruticosa* в ответ на техногенное воздействие проявляют реакцию, заключающуюся в уменьшении размеров ассимиляционных органов, длины годичных побегов, черешка листа.

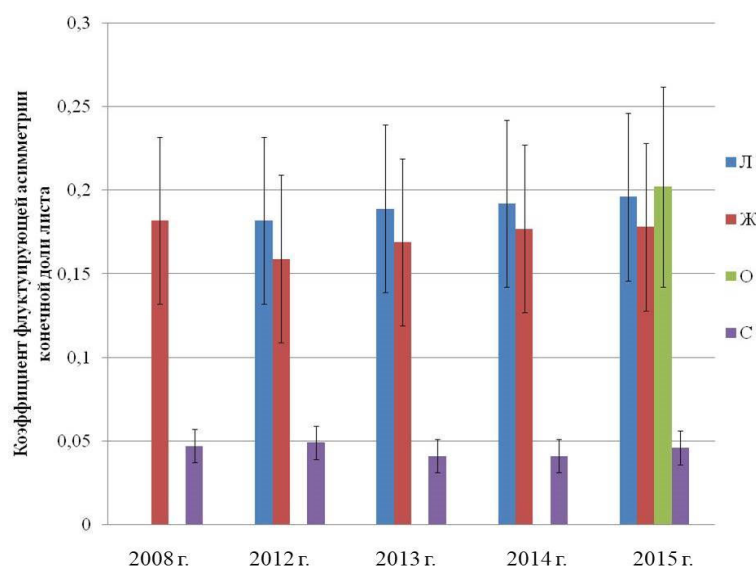


Рис. 4. Изменение коэффициента флуктуирующей асимметрии конечной доли листа *Potentilla fruticosa* из городских условий и контроля по годам (Л – Ленинский район (данные по 2012–2015 гг.); Ж – Железнодорожный район (данные 2008, 2012–2015 гг.); О – Октябрьский район (данные за 2015 г.); С – Советский район (данные по 2012–2015 гг.))

Показано, что ФА конечной доли листа *P. fruticosa* с увеличением уровня транспортно-промышленного загрязнения существенно возрастал, а экологическое состояние урбанизированной среды оценивалось как критическое и сильно загрязненное в зависимости от места отбора образцов.

Таким образом, наиболее показательным критерием среди исследованных при оценке состояния окружающей среды и определения уровня загрязнения в условиях транспортно-промышленного загрязнения выступает коэффициент ФА.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пивкин В.М. Экологическая инфраструктура сибирского города (на примере Новосибирской агломерации) / В.М. Пивкин, Л.Н. Чиндяева. – Новосибирск: Сибпринт, 2002. – 184 с. Текст: непосредственный.
2. Биологический мониторинг природно-техногенных систем / Под общ. ред. Т. Я. Ашихминой, Н. М. Алалыкиной. – Сыктывкар. – 2011– 388 с. – Текст: непосредственный.
3. Сыева С.Я., Храмова Е.П., Дорогина О.В. Пятилистники Горного Алтая / С.Я. Сыева, Е.П. Храмова, О.В. Дорогина. – Новосибирск. – 2013. – 180 с. Текст: непосредственный.
4. Захаров В.М., Трофимов И.Е. Оценка состояния биоразнообразия: исследование стабильности развития / В.М. Захаров, И.Е. Трофимов. – Москва. – 2019. – 160 с. Текст: непосредственный.

© А. Ю. Луговская, 2022