Биологические науки

УДК 574.21

П.С. ГОРБОВА
(Волгоград)

БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ВОЛГОГРАДА МЕТОДОМ АНАЛИЗА СТЕПЕНИ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТА БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (Betula pendula Roth)

Представлены результаты обследования ассимиляционного аппарата деревьев березы повислой, произрастающих на территории Кировского района города Волгограда. Исследование показало, что наиболее сильны изменения флуктуирующей асимметрии у деревьев, расположенных вблизи автодороги и подвергающихся постоянному химическому воздействию выхлопных газов автотранспорта.

Ключевые слова: *биоиндикация, загрязнение атмосферного воздуха, береза повислая, биологический мониторинг, урбоэкология.*

POLINA GORBOVA
(Volgograd)

THE BIOINDICATION OF THE QUALITY OF THE ATMOSPHERIC AIR OF VOLGOGRAD BY THE METHOD OF THE ANALYSIS OF THE DEGREE OF THE FLUCTUATING ASYMMETRY OF THE LEAF OF THE DROOPING BIRCH (Betula pendula Roth)

The article deals with the results of the examination of the assimilation apparatus of the trees of the drooping birches, growing at the territory of the Kirovsky district of Volgograd. The study demonstrated that the most significant changes of the fluctuating asymmetry of the trees, that are near the highway and are impacted by the constant chemical effect of the exhaust gas of the automobile transport.

Key words: *bioindication, atmospheric air pollution, drooping birch, biological monitoring, urban ecology.*

Сегодня чрезмерная антропогенная нагрузка на все природные среды приближает природные системы к порогу устойчивости. Очень чутко на изменения условий окружающей среды, в том числе загрязнение, реагируют высшие растения. Любые отклонения условий обитания от нормы проявляются в изменениях фотосинтезирующего аппарата. Таким образом, высшие растения являются отличными биоиндикаторами, отражающими комплексное состояние биогеоценоза, а не отдельных его компонентов, что является крайне важным аспектом экологического мониторинга, одним из недостатков которого является недоучет геохимических связей между компонентами ландшафтов и между смежными природными комплексами.

В Волгограде на протяжении многих лет наблюдается сильная газовая загрязненность атмосферного воздуха. Основным источником загрязнения является автомобильный транспорт, ответственный за 60% выбросов вредных веществ [1]. Загрязнение атмосферы – один из ключевых факторов неблагоприятного воздействия на ассимиляционный аппарат высших растений наравне с загрязнением почв.

Цель данного исследования – получение данных о степени загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Волгограда. В данной работе применялся метод фитоиндикации – определение флук-

© Горбова П.С., 2022

туирующей асимметрии листа. Методика базируется на теории «стабильности развития», предложенной учеными А.В. Яблоковым и В.М. Захаровым [2]. ФА – различия между левой и правой частями растения, в норме стремящихся к гомологичной билатеральной симметрии. Билатеральная симметрия предусматривает формирование частей организма по типу «клонов».

Если окружающая среда стабильна, генетическая программа реализуется для частей организма одинаково. Оценка ФА зарекомендовала себя при определении уровня антропогенного воздействия, т. к. отражает реакцию организма на совокупность действующих на него факторов.

На увеличение ФА влияют: экстремальные условия, загрязнение окружающей среды, инбридинг, невозможность особи адаптироваться к изменяющимся условиям среды.

Для исследования выбран показательный и часто используемый при оценке качества среды объект – лист березы повислой. Ассимиляционный аппарат данного дерева обладает разнообразием форм, высокой валентностью и адаптивным потенциалом [3]. Для определения ФА у листьев березы измеряются следующие пять признаков:

1. Ширина половины листа.
2. Длина второй жилки второго порядка от основания листа.
3. Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок второго порядка.
4. Расстояние между концами этих жилок.
5. Угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка (см. рис.) [6].

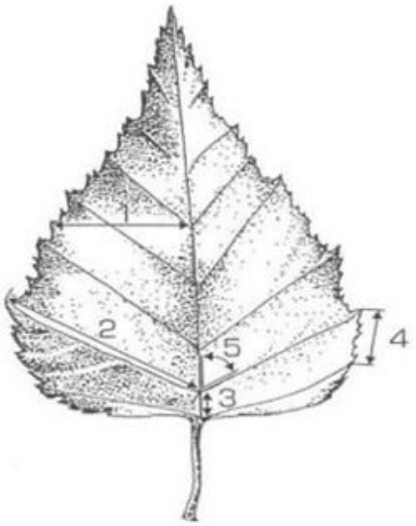

Рис. Схема промера листа березы повислой [Там же, с. 21]

Величина асимметричности оценивалась с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак (средняя арифметическая отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Во втором действии нашли значение среднего относительного различия между сторонами на признак для каждого листа. Для этого сумму относительных различий поделили на число признаков. В третьем действии вычислили среднее относительное различие на признак для всей выборки.

Полученное значение характеризует показатель ФА для организма. Для показателя разработана 5-балльная шкала отклонения от нормы, в которой 1 – условная норма, а 5 – критическое состояние (см. табл. 1 на с. 6) [5].

© Горбова П.С., 2022

Таблица 1

Шкала оценки показателя флуктуирующей асимметрии [5]

Балл	Значение показателя ФА
1 балл	до 0,055
2 балл	0,055–0,060
3 балл	0,060–0,065
4 балл	0,065–0,070
5 балл	более 0,07

Эталонный и исследуемый участки для проведения исследования были выбраны в Кировском районе города Волгограда.

Эталонный участок: г. Волгоград, Кировский район, балка Пахотина. 48°62′N, 44°40′E. Юг Восточно-Европейской равнины, юго-восточный склон Приволжской возвышенности, микрорельеф – северный склон балки. Почвы светло-каштановые на суглинках. Глубина залегания грунтовых вод 5–7 метров. Тип сообщества: байрачный лес. Участок располагается вдали от автомобильных дорог (транспортная нагрузка выражена слабо), промышленных предприятий и иных источников выброса в атмосферу загрязняющих веществ. Однако, в связи с расположением поблизости жилого комплекса, сильно выражена рекреационная нагрузка. Отсутствует молодая поросль по причине вытаптывания. Лес на данной территории имеет важное противоэрозионное значение, удерживая почву на склонах балки от дефляции и смыва во время ливневых дождей.

Исследуемый участок: г. Волгоград, Кировский район. Лесные насаждения вдоль автотрассы. 48°63′N, 44°42′E. Юг Восточно-Европейской равнины, юго-восточный склон Приволжской возвышенности, микрорельеф относительно выровненный, уклон поверхности не более 2–3 градусов. Почвы светло-каштановые на суглинках. Увлажнение недостаточное, глубина залегания грунтовых вод 10–15 метров. Тип сообщества: смешанный лес, достаточно развитый травянистый покров. Присутствует молодая поросль. Жизненное состояние деревьев неблагоприятное (деревья усыхают, заметны обширные некротические поражения). Антропогенное воздействие: участок располагается вблизи крупной автотрассы федерального значения, по которой осуществляется не только внутригородской, но и межрегиональный и международный транспортный поток. Также вблизи точки исследования находятся крупные АЗС (АЗС Газпром № 310 и АЗС Газпром № 313). Таким образом, транспортная нагрузка ожидаемо характеризуется значительными выбросами в атмосферу загрязняющих веществ (двуокись серы, сероводород, окись углерода, окислы азота, альдегиды, ацетилен, бензол бензапирен и другие ПАУ, сажа, свинец и др.), которые оседают в лесонасаждениях. Лесные насаждения удерживают почву от выдувания и смыва во время ливневых дождей, способствуют очищению атмосферы, имеют небольшое значение в создании микроклимата города, ограждают АЗС от объектов инфраструктуры.

На эталонном и исследуемом участках было отобрано по 10 листьев с 5 деревьев. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения ФА березы повислой на участках Кировского района г. Волгограда

№ дерева	Эталонный участок	Исследуемый участок
1	0,048	0,114
2	0,046	0,118
3	0,036	0,103
4	0,033	0,095
5	0,043	0,069
Среднее:	0,041	0,099

© Горбова П.С., 2022

Среднее значение флуктуирующей асимметрии для эталонного участка составляет 0,041, что соответствует 1 баллу. Таким образом, воздух на эталонном участке можно условно считать чистым. Для исследуемого участка значение ФА равно 0,099 – 5 баллов, т. е. критическое состояние. Следовательно, деревья, произрастающие вблизи магистрали, испытывают стресс и не могут в полной мере реализовать свою генетическую программу.

Данные результаты согласуются с исследованиями, проведенными ранее Г.К. Лобачевой, И.Ж. Гучановой и А.П. Фоменко (2008): в пределах территории алюминиевого завода показатель асимметрии ФА составляет 0,102 для зоны предприятия, 0,096 для СЗЗ и 0,063 для жилой зоны. В северной части города на территории Красного Октября показатель асимметрии ФА составляет 0,124 для зоны предприятия, 0,103 для СЗЗ, 0,09 для жилой зоны («Турист»). В районе Химпрома показатель ассиметрии ФА составляет 0,108 для зоны предприятия, 0,074 для СЗЗ и 0,052 для жилой зоны [4].

Состояние ассимиляционного аппарата растений в условиях высокого уровня атмосферного загрязнения в г. Волгограда сигнализирует о различной по районам, но остающейся напряженной экологической обстановке, наиболее – вблизи автодорог и промышленных предприятий.

Исследование выявило корреляцию между уровнем загрязнения атмосферы и жизненным состоянием листьев березы. Так, вблизи ЖК «Горная Поляна» воздух «чистый», о чем свидетельствует большое количество здоровых листьев и низкие значения ФА, тогда как на участке, прилегающем к автотрассе воздух заметно загрязненный, что подтверждается преобладанием листьев с высоким баллом ФА.

По результатам исследований можно сделать вывод, что основным источником загрязнения атмосферы в данной местности является автомобильный транспорт, а именно вредные вещества отработавших газов двигателей внутреннего сгорания. Необходимо также учитывать транслокальный перенос загрязняющих веществ от промышленных предприятий города.

Беря во внимание особую чувствительность березы к атмосферным загрязнениям, можно предположить, что предельно допустимые концентрации поллютантов в данном районе превышены.

Для устранения этой насущной проблемы предлагается несколько решений:

1. Создание в Советском и Кировском районах города Волгограда сети метротрама. Это позволит частично «разгрузить» автотрассу.
2. Создание объездной дороги для грузового автотранспорта, проезжающего транзитом, за пределами города.
3. Внедрение и распространение электробусов в г. Волгограде.
4. Усовершенствование автомобильных каталитических нейтрализаторов выхлопных газов.
5. Внедрение НДТ на промышленных предприятиях г. Волгограда.
6. Развитие альтернативной энергетики (солнечной, ветровой).
7. Проведение контролирующих инвентаризаций выбросов на промышленных предприятиях города.

При анализе ассимиляционного аппарата березы учитывалось в основном влияние атмосферных загрязнителей. Однако влияние других факторов на березы в исследуемом районе отбрасывать полностью нельзя.

Исследования реакций растений на загрязнение среды помогут в изучении функционирования экосистем и позволят более точно определять уровень допустимого воздействия на окружающую среду.

Состояние ассимиляционного аппарата растений в условиях высокого уровня атмосферного загрязнения в г. Волгограда сигнализирует о различной по районам, но остающейся напряженной экологической обстановке, наиболее – вблизи автодорог и промышленных предприятий.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2020 году». // Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. 2022. URL: https://oblkompriroda.volgograd.ru/current-activity/analytics/reports/ (дата обращения: 31.09.2022).
2. Захаров В.М. Асимметрия животных: (Популяц.-феногенет. подход) / отв. ред. А.В. Яблоков. М.: Наука, 1987.

© Горбова П.С., 2022

3. Лаврова Е.О. Флуктуирующая асимметрия как тест-система оценки качества среды // Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования: сб. ст. по материалам LXXV студен. междунар. науч.-практич. конф. (г. Новосибирск, 19 авг. 2019 г.). 2019. № 16(75). С. 69–73.

4. Лобачова Г.К., Гучанова И.Ж., Фоменко А.П. Эколого-геохимическая оценка состояния урболандшафтов г. Волгограда // Вестник Волгоград. гос. ун-та. Сер. 3. Экономика. Экология. 2008. № 1(12). С. 177–184.

5. Оценка экологического состояния леса по асимметрии листьев / сост. А.С. Боголюбов. М.: Экосистема, 2002.

6. Трубянов А.Б. Анализ показателей флуктуирующей асимметрии: моногр. Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2010.

© Горбова П.С., 2022