

УДК 574.21

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ Г. БИЙСКА МЕТОДАМИ ИЗУЧЕНИЯ
ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ БЕРЁЗЫ ПОВИСЛОЙ
(*BETULA PENDULA* ROTH.)

Уткина Н.Е., Шипилова С.С., Колосовская Д.П., Легецкая О.В., Псарев А.М.

Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина (659333, г. Бийск,
ул. Короленко, д. 53), email: apsarev@mail.ru

Одним из перспективных биоиндикационных методов является оценка состояния живых организмов по стабильности развития, характеризующейся уровнем флуктуирующей асимметрии морфологических структур (ФА). Метод заключается в выявлении различий между правой и левой сторонами, при нормальном состоянии окружающей среды их уровень минимален, при возрастающем негативном воздействии асимметрия увеличивается. Среди многих видов, удовлетворяющих условиям, предъявляемым к выбору биоиндикаторов, относится берёза повислая (*Betula pendula* Roth.) - вид с широким ареалом, массовый и распространенный, входящий в состав разнообразных сообществ. Изучали величину флуктуирующей асимметрии листьев березы для оценки качества среды в г. Бийске (Алтайский край). Исследования показали разную степень загрязнения в обследованных районах города (величина ФА 0,03–0,083). Основной фактор, вызывающий изменение среды – автомобильный транспорт (80%), газообразные выбросы промышленных предприятий.

Ключевые слова: оценка качества среды, биоиндикация, флуктуирующая асимметрия, береза повислая.

AN ASSESSMENT OF QUALITY OF ENVIRONMENT OF BIYSK CITY BY METHODS
OF STUDYING OF THE FLUCTUATING ASYMMETRY OF THE LEAF OF THE BIRCH
(*BETULA PENDULA* ROTH.)

Utkina N. E., Shipilova S. S., Kolosovskaya D. P., Legeckaya O. V., Psarev A. M.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biysk, Russia, e-mail: apsarev@mail.ru.

One of perspective bioindicator methods is the assessment of a condition of live organisms on the stability of development which is characterized by the level of the fluctuating asymmetry of morphological structures (FA). The method consists in detection of distinctions between the right and left parties, at a normal condition of environment their level is minimum, and asymmetry increases at the increasing negative impact. Among many types meeting the conditions shown to a choice of bioindicators the birch (*Betula pendula* Roth.) - a species with a wide area, being a part of various communities. Was studied the size of the fluctuating asymmetry of leaves of a birch for an assessment of quality of the environment in Biysk (Altajskij kraj). Researches showed different extent of pollution in the surveyed districts of the city (size FA 0,03-0,083). The major factor causing change of the environment – the motor transport (80%), gaseous emissions of the industrial enterprises.

Keywords: an assessment of quality of environment, bioindication, the fluctuating asymmetry, *Betula pendula*.

Как известно, оценка качества среды и антропогенных изменений в экосистемах может производиться по их абиотическим параметрам, и по биотическим, т.е. с применением методов биоиндикации. Для измерения абиотических параметров используется преимущественно инструментальный метод, характеризующий состав среды, однако получить с его помощью полную характеристику состояния среды невозможно, т.к. не учитывается реакция биоты. Преимущество методов биоиндикации заключается в том, что они позволяют судить о качестве среды по состоянию отдельных компонентов сообщества, хотя и не дают понимания того, какими факторами оно определяется [1, 4].

Одним из перспективных биоиндикационных методов является оценка состояния живых организмов по стабильности развития, характеризующейся уровнем флуктуирующей асимметрии морфологических структур [2, 5-7].

Флуктуирующая асимметрия (ФА) представляет собой незначительные ненаправленные различия между правой и левой сторонами и является результатом развития аномалий в ходе онтогенеза. При нормальном состоянии окружающей среды их уровень минимален, при возрастающем негативном воздействии асимметрия увеличивается. Показатель ФА позволяет фиксировать незначительные отклонения параметров среды, еще не приводящих к существенному снижению жизнеспособности особи.

Среди многих видов, удовлетворяющих условиям, предъявляемым к выбору биоиндикаторов, относится берёза повислая (*Betula pendula* Roth.) [3,7]. Этот вид достаточно давно и успешно используется как вид-биоиндикатор качества среды массовый и распространенный; входит в состав разнообразных сообществ, его ареал включает степные и лесостепные зоны в Скандинавии, в Средней и Атлантической Европе, в Средиземноморье, на Балканах, Западной Сибири и на Алтае. Поднимается до высоты 2100-2500м.; обладает четкими различимыми признаками.

Целью нашего исследования было изучение особенностей показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой *Betula pendula*, и возможностей его использования для биоиндикационной оценки качества среды в г. Бийске и его окрестностях.

Исследования проводились в течении июня-июля 2015 года в различных участках г. Бийска, характеризующихся различным уровнем антропогенного прессинга - промышленного, рекреационного, транспортного – а также в пригородной зоне.

На территории г. Бийска для экспресс-оценки были отобраны пробы листьев березы повислой в следующих точках города: 1) район главного корпуса Алтайской государственной академии образования, ул. Короленко (ГКАГО); 2) район мебельной фабрики, ул. Чайковского (МФ); 3) в районе ТЭЦ -2 (ТЭЦ); 4) в пригородной зоне г. Бийска в районе Смоленских карьеров (СК). Расположение выбранных точек находится в зоне транспортного потока с разной степенью интенсивности. Исследован материал с деревьев, расположенных на расстоянии 10-20 метров от проезжей части.

Для оценки величин ФА, согласно существующим методикам, исследованы 5 билатеральных признаков, характеризующих общие особенности листа, удобные для учёта и дающие возможность однозначной оценки: 1 – ширина левой и правой половинок листа; 2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих

же жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Измерения проводили с помощью штангенциркуля, линейки и транспортира в соответствии с «Методическими рекомендациями по выполнению оценки качества среды...» [3]. Для мерных признаков величина асимметрии у растений рассчитывается как различие в промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса мерных признаков является средняя величина относительного различия между сторонами на признак. Этот показатель рассчитывается как среднее арифметическое суммы относительной величины асимметрии по всем признакам у каждой особи, отнесенное к числу используемых признаков.

Сначала вычисляется относительная величина асимметрии для каждого признака. Для этого модуль разности между промерами слева (Л) и справа (П) делят на сумму этих же промеров: $|Л-П| / |Л+П|$. Затем вычисляют показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммируют значения относительных величин асимметрии по всем признакам и делят на число признаков. На последнем этапе вычисляется интегральный показатель стабильности развития - величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляют среднюю арифметическую величину асимметрии для выборки листьев. Это значение округляется до третьего знака после запятой.

Для оценки степени выявленных отклонений от нормы использовали балльную шкалу оценки, характеризующую уровень загрязнения территории на основе показателя ФА (табл. 1).

Таблица 1.

Шкала оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития.

Балл	Величина показателя ФА	Характеристика
1	< 0,040	Условная норма
2	0,040 – 0,044	Растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов
3	0,045 – 0,049	Загрязнённые районы
4	0,050 – 0,054	Сильно загрязнённые районы
5	>0,054	Крайне неблагоприятные условия, растения находятся в сильно угнетённом состоянии

Камеральная обработка и последующий анализ результатов позволили определить состояние среды в обследованных точках. В таблице 2 приведены результаты расчета средней относительной величины асимметрии на учитываемые признаки растений.

Таблица 2.

Средние значения исследуемых признаков в выборках *Betula pendula* Roth

Признак	Пробные площадки			
	1	2	3	4
Ширина левой и правой половинок листа	0,023	0,017	0,031	0,072
Длина жилки второго порядка, второй от основания листа	0,025	0,021	0,019	0,027
Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка	0,023	0,088	0,046	0,143
Расстояние между концами первой и второй жилками	0,060	0,064	0,050	0,101
Угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка	0,021	0,032	0,052	0,073
Величина асимметрии листа	0,030	0,044	0,039	0,083
Величина асимметрии в выборке:				X=0,049

Точки взятия проб: 1 - район главного корпуса АГАО, ул. Короленко; 2 - район мебельной фабрики, ул. Чайковского; 3 - район ТЭЦ -2; 4 - район Смоленских карьеров.

Величина флуктуирующей асимметрии в выборке составляет 0,049 и имеет 3 балла по шкале оценки отклонений (табл.1) что соответствует среднему загрязнению выбранных точек. Полученные данные можно объяснить интенсивной антропогенной нагрузкой в данных районах г. Бийска и его окрестностях. Все обследованные пробные площади характеризовались уровнем ФА листьев *B. pendula*, превышающим величину условной нормы ($< 0,040$). Наиболее высокий показатель (0,083) зафиксирован на ТЭЦ-2 (рис.2). Данное значение ФА соответствует V баллу по шкале оценки отклонений от условной нормы. В загрязнении атмосферы в районе ТЭЦ-2 занимает автомобильный транспорт (более 80%). Особой интенсивностью движения и, следовательно, объемами выбросов отличается участок ТЭЦ-2. На прилегающей территории имеется несколько крупных промышленных предприятий - «ТЭЦ-2», «Олеумный завод», «Сибприбормаш», которые влияют на экологическую обстановку. Преобладающие юго-западные ветры приносят на территорию г.

Бийска вредные выбросы. Показатели других выборок соответствуют I, II баллу по шкале оценки отклонений. Значения ΦA в этих точках находятся в пределах от 0,030 до 0,044. Наименьший уровень ΦA отмечен в районе АГАО – 0,030 (рис.1).

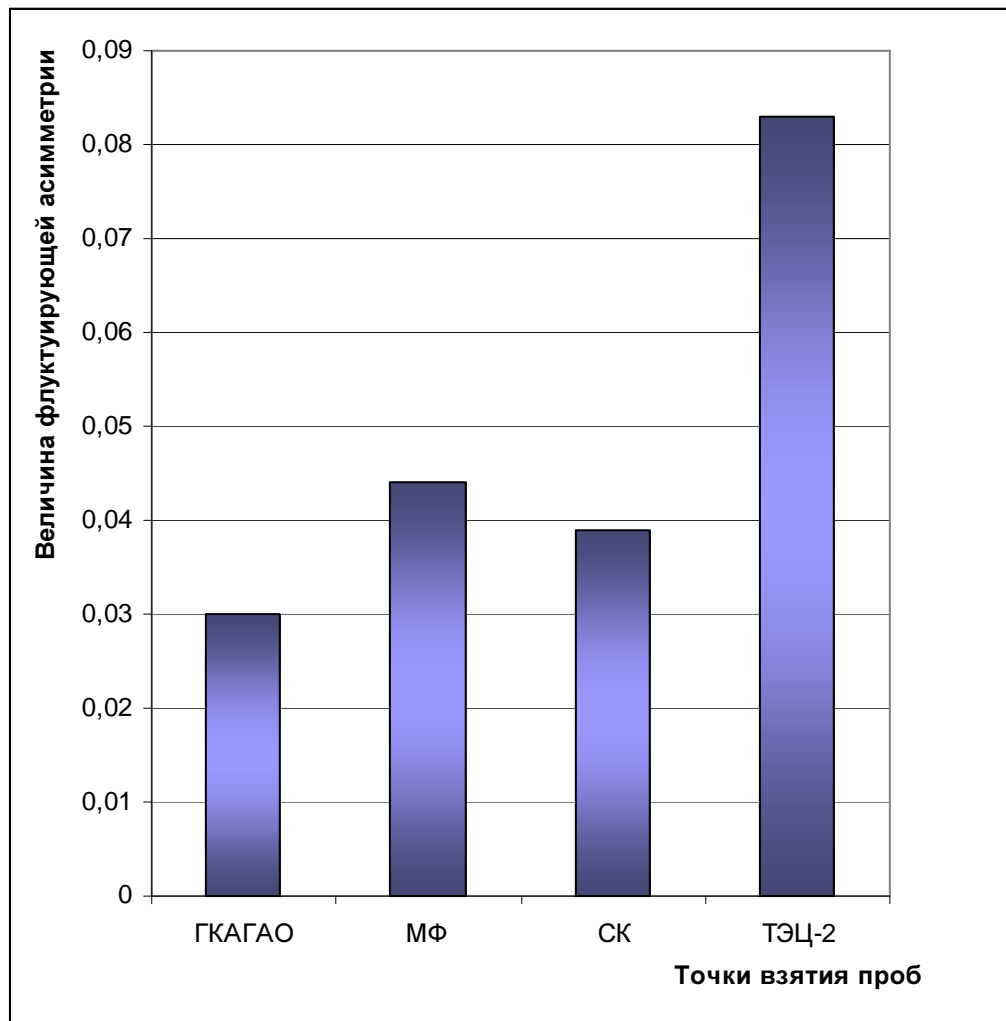


Рис. 1. Соотношение величин флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Betula pendula* в разных районах города Бийска

ГКАГАО - район главного корпуса, ул. Короленко; МФ - район мебельной фабрики, ул. Чайковского; ТЭЦ-2 - район ТЭЦ-2; 4 – СК - район Смоленских карьеров.

Таким образом, полученные результаты в целом указывают на экологическое неблагополучие в районе исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем.- под ред. Р.Шуберта.- М.: Мир, 1988.- 350 с.
2. Гелашвили, Д.Б., Логинов В.В., Мокров И.В., Силкин А.А. Структурно-информационные показатели флуктуирующей асимметрии организмов в биоиндикационных исследованиях // Методы популяционной биологии. - Сыктывкар, 2004. - Ч. 1. - С. 39-40 .

3. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) / Министерство природных ресурсов Российской Федерации Государственная служба охраны окружающей среды (Росэкология) - Москва, 2003 – 25 с.

4. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений.- СПб.: СПбГУ, 2004.- 266 с.

5. Сергеев А.А., Ширяев В.В, Машкин В.И., Скуматов Д.В. Флуктуирующая асимметрия мелких млекопитающих в зоне влияния объекта уничтожения химического оружия / А. А. Сергеев, // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биол. Н. о Земле. - 2013. - N 1. - С. 99-105 .

6. Соколова Г.Г., Камалтдинова Г.Т. Флуктуирующая асимметрия листовой пластинки клевера ползучего при оценке стабильности развития // Известия Алт. гос.ун-та. Биологические науки.-2011.- №(1) с. 40-43.

7. Рунова Е. М., Гнаткович П. С. Экологическая оценка рекреационных зон города Братска методом флуктуирующей асимметрии березы повислой // Фундаментальные исследования.- 2013.- № 11 (2).- с. 223-227.