

УДК: 574

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МЕТОДОМ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АССИМЕТРИИ

Алексеева С.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, Россия, Воронеж, e-mail: sweta.gorba4eva2018@yandex.ru

**В статье приведен анализ использования методов флуктуирующей асимметрии для оценки состояния качества окружающей среды. В качестве объекта исследования во всех случаях выступала Береза повислая (*Betula pendula* Roth.). В ходе исследований было установлено, что при выборе признаков асимметрии лучше всего использовать методику, предложенную В.М. Захаровым. Анализ результатов доказал, что морфометрические признаки листьев березы повислой зависят от состояния окружающей среды.**

Ключевые слова: флуктуирующая асимметрия, береза повислая, состояние окружающей среды.

## EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL METHOD BY A FLUCTUATING ASYMMETRY METHOD

Alekseeva S.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozova, Russia, Voronezh, e-mail: sweta.gorba4eva2018@yandex.ru

**The article provides an analysis of the use of fluctuating asymmetry methods to assess the state of environmental quality. In all cases, the drooping birch (*Betula pendula* Roth.) Acted as the object of study. In the course of studies it was found that when choosing the asymmetry signs it is best to use the technique proposed by V.M. Zakharov. The analysis of the results proved that the morphometric characteristics of the birch leaves hanging depending on the state of the environment.**

Key words: fluctuating asymmetry, drooping birch, state of the environment.

**Введение.** В современном мире происходит постоянное усиление влияние антропогенного давления на живые организмы, которое может проявляться в отклонениях от нормы анатомо-морфологических и морфометрических признаках [3, с. 35-36].

Симметрия, точная или приближительная, является важнейшим свойством подавляющего числа живых организмов. При этом следует учитывать, что изменения структур и функций сравнительно независимы, т.е. морфофункциональная организация не жесткая система; конструкция имеет некоторый люфт в отношении каждой функции, и, наоборот, условия функционирования, задаваемые естественным отбором, допускают определенного масштаба селективно-нейтральные изменения структур [3, с. 106-118].

К такому типу изменений можно отнести флуктуирующую асимметрию, под которой понимают незначительные и случайные (ненаправленные) отклонения от строгой

билатеральной симметрии биообъектов. Таким образом, изменяющаяся асимметрия организмов по билатеральным признакам можно рассматривать как случайное макроскопическое событие, заключающееся в независимом проявлении либо на левой, либо на правой, либо на обеих сторонах тела, но в разной степени выраженных признаков, являющихся итогом стохастических микроскопических процессов [4, с. 120].

На макроскопическом уровне флуктуирующую асимметрию предложено использовать в качестве меры в оценке стабильности развития организма. Уровень морфогенетических отклонений (т.е. флуктуирующая асимметрия) от нормы оказывается минимальным лишь при определенных (оптимальных) условиях среды и неспецифически возрастает при любых стрессовых воздействиях. Таким образом, стабильность развития, оцениваемая по уровню флуктуирующей асимметрии – чувствительный индикатор состояния природных популяций, что явилось основанием для утверждения Министерством природных ресурсов РФ этой методики в качестве нормативной (Захаров). Оценка величины флуктуирующей асимметрии лежит и в основе методологии характеристики качества среды обитания, получившей название «методология оценки здоровья среды» [4, с. 118].

Особенностью этой методологии является то, что для оценки здоровья экосистемы используются не экосистемные и популяционные показатели как таковые, а показатели состояния организмов разных видов, т.е. «здоровье» среды как объекта оценивается через «здоровье» биоиндикатора как субъекта.

Обобщая сложившуюся в настоящее время ситуацию можно выделить три ключевых направления в исследовании флуктуирующей асимметрии.

1. Выбор, идентификация билатеральных признаков и верификация их флуктуирующего характера у организмов разных видов.
2. Разработка корректных методов количественной оценки величины флуктуирующей асимметрии по комплексу признаков.
3. Применение флуктуирующей асимметрии как меры стабильности развития и онтогенетического шума в биоиндикационных исследованиях оценки качества [4, с. 120] среды обитания.

Целью нашей работы послужило исследование литературных данных о флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой для оценки состояния окружающей среды.

**Материалы и методы.** Береза повислая (*Betula pendula* Roth.) относится к видам с широким естественным ареалом. Кроме того, она является одной из часто встречаемых древесных пород как в лесах Центрально-Черноземного региона, так и в городских условиях. Береза повислая может быть использована в качестве индикатора мониторинга состояния

окружающей среды в городской среде еще и потому, что расчет показателей флуктуирующей асимметрии по листовым пластинам достаточно прост.

Материалами для исследования послужили работы российских ученых из крупнейшей в России электронной библиотеки научных публикаций: e-library.

**Результаты.** Авторами из г. Братска [6, с. 221-222] был сделан вывод о том, что флуктуирующая асимметрия является результатом неспособности организма развиваться по точно определенным путям в условиях антропогенной нагрузки. Исследования были проведены в техногенной зоне, в которой установлены повреждения биоценозов.

Для анализа исследователями было взято 7 проб по 300 листьев (по 10 листьев с 30 деревьев на участке). Пробы брались с учётом следующих правил. Листья собирались с деревьев, растущих в одинаковых экологических условиях (уровень освещённости, увлажнения и т.д.), достигших генеративного возрастного состояния, занимающих равное положение в кроне (у берёзы в нижней части кроны), неповреждённые, среднего размера для особи и с укороченных побегов. Для исследования выбирались средневозрастные растения

Были взяты пробы из следующих пунктов, явно различных по степени техногенного загрязнения: Зона прямого токсического действия (до 6 км от заводов);

Зона сильного воздействия (10 -15 км от заводов);

Фоновая зона (более 100 км в южном и юго-восточном направлении).

Для оценки показателя флуктуирующей асимметрии использовались следующие морфометрические признаки (Рисунок):

- 1) Ширина половины листа.
- 2) Длина второй от основания листа жилки второго порядка.
- 3) Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка.
- 4) Расстояние между концами этих жилок.
- 5) Угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

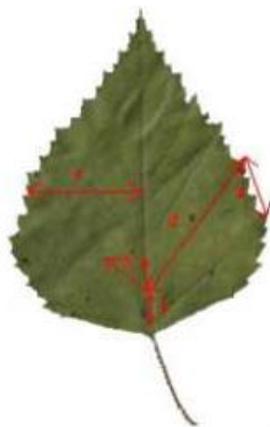


Рисунок. Схема листа

На основании проведенных исследований авторами сделаны следующие выводы:

- В группе экстремального загрязнения интегральный показатель значительно больше, чем в методике и сильно варьирует.
- В группе сильного загрязнения интегральный показатель близок к показателю в экстремальной группе.
- В фоновой зоне интегральный показатель небольшой и сравним с данными Баргузинского заповедника.

Авторами из г. Москва [1, с. 229-230] был сделан вывод о том, что существуют множество простых, а главное простых методов оценки экологического состояния окружающей среды. Для исследования было выбрано 10 деревьев, расположенных в 140-150 метрах от 90-го км МКАД. Было отобрано 100 листьев. После сбора листьев авторами были исследованы такие же признаки, как и в предыдущей работе. В исследовании показатель оказался равен 0,091. Уровень загрязнения атмосферного воздуха определялся по Таблице.

<b>Балл</b>	<b>Величина показателя стабильности развития</b>
I	<0,040
II	0,040–0,044
III	0,045–0,049
IV	0,050–0,054
V	>0,054

На основании проделанных исследований можно сделать вывод, что значительное влияние на качество атмосферного воздуха оказывает не столько интенсивность движения, сколько регулярность заторов на дорогах в определенных местах, поскольку при скоростном движении количество вредных выбросов от автотранспорта гораздо меньше, чем от автомобилей.

Авторами из г. Брянска [5, с. 77-80] был сделан вывод о том, что Береза повислая-это одна из наиболее быстрорастущих древесных пород. При благоприятных условиях данный вид достигает 25-30 м в высоту и до 80 см в 78 диаметре. Исследования проводились в с. Высокое Унечского района Брянской области. Были выбраны две точки сбора материала: березовая роща с. Высокое и насаждения березы повислой возле Линейной производственной диспетчерской станции «Унеча» Брянского управления ОАО «Магистральные нефтепроводы «Дружба». Всего было отобрано 200 листьев. Признаки для исследования были выбраны по методике Захарова [3, с. 106-118].

Расчет интегрального показателя производили по методике В.М. Захарова:

1) для каждого промеренного листа вычисляли относительные величины асимметрии для каждого признака, для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делили на сумму этих промеров:  $(L-R)/(L+R)$ ;

2) вычисляли показатель асимметрии для каждого листа, для этого суммировали значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делили на число признаков 3) вычисляли интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак, для этого вычисляли среднюю арифметическую всех величин асимметрии (для каждого из десяти деревьев).

Анализ полученных результатов свидетельствует, что состояние среды и в районе Линейной производственной диспетчерской станции «Унеча», и в с. Высокое критическое (5 баллов). Это может быть обусловлено значительно нагрузкой на среду как объектов диспетчерской станции «Унеча», так и подвижными источниками (преимущественно грузовыми транспортными средствами).

**Заключение.** В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что использование методов оценки флуктуирующей асимметрии на листьях березы повислой в качестве объекта позволяет быстро и достаточно просто провести оценку состояния окружающей среды (атмосферы). В дальнейшем нами будут проведены исследования указанными методами состояния атмосферы разных районов города Воронежа.

### **Литература.**

1. Гапоненко А.В. Оценка экологического состояния урбоэкосистемы по величине флуктуирующей асимметрии листовой пластинки Березы повислой / А.В. Гапоненко, М.Е. Тимофеева // Экологическое краеведение, 2016. – С. 229-232
2. Гелашвили Д.Б. Меры сходства и разнообразия в оценке флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков / Д.Б. Гелашвили, Е.Н. Солдатов, Е.В. Чупрунов // Поволжский экологический журнал, 2004. – №2. – С. 106-118.
3. Захаров В.М. Асимметрия животных / В.М. Захаров. – М. : Наука, 1987. – 216 с.
4. Захаров В.М. Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) / В.М. Захаров // Экология, 2001. – №3. – С. 177-191.
5. Исаенко Ю.В. Изучение флуктуирующей асимметрии листьев Березы повислой (*Betula pendula* Roth) для оценки качества среды / Ю.В. Исаенко // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: матер. междунар. конфер. Брянск, 2016. – С.77-80.
6. Рунова Е.М. Оценка техногенного загрязнения по показателю флуктуирующей асимметрии Березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в окрестностях г. Братска / Е.М. Рунова, О.А. Костромина // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2017. – № 17. – С. 221-224.