

Наумова Александра Александровна, аспирантка 3-го курса, направление Экология, Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

Гончарова Татьяна Александровна, аспирантка 3-го курса, направление Экология, Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

Стрельцов Алексей Борисович, научный руководитель, доктор биологических наук, профессор кафедры Биологии и экологии, Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ИССЛЕДУЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ
ДУМИНИЧСКОГО РАЙОНА С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ
НАГРУЗКОЙ ПО ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ БЕРЕЗЫ
ПОВИСЛОЙ (BETULA PENDULA ROTH.)**

Аннотация: В данной статье отражена оценка здоровья среды территорий Думиничского района с различным уровнем антропогенной нагрузки по ФА березы повислой (*Betula pendula* Roth.). Для характеристики степени загрязнения окружающей среды в качестве биоиндикатора использовали березу повислую (*Betula pendula* Roth.), т.к. она произрастает повсеместно на территории Калужской области.

Анализ полученных данных по интегральным характеристикам ФА листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) свидетельствует о различной степени загрязнения изучаемых территорий в зависимости от антропогенной нагрузки. К факторам, влияющим на ФА относятся: удаленность исследуемых территорий от проезжей части, количества транспорта,

проходящего по данным территориям, расположение их от населенных пунктов, промышленные и сельскохозяйственные предприятия.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, листовая пластинка, флуктуирующая асимметрия, исследуемые территории, здоровье среды.

Abstract: This article reflects the assessment of the environmental health of the territories of the Duminichi district with different levels of anthropogenic load according to the FA of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.). To characterize the degree of environmental pollution, the hanging birch (*Betula pendula* Roth.) was used as a bioindicator, because it grows everywhere in the Kaluga Region.

The analysis of the obtained data on the integral characteristics of the FA of the leaf blade of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.) indicates a different degree of contamination of the studied territories depending on the anthropogenic load. Factors affecting the FA include: the remoteness of the studied territories from the roadway, the number of vehicles passing through these territories, their location from settlements, industrial and agricultural enterprises.

Keywords: anthropogenic load, leaf blade, fluctuating asymmetry, study areas, environmental health.

Введение

Проблемы экологии окружающей среды занимают одно из первых мест в иерархии глобальных проблем современности, так как эта среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительной трансформации окружающей среды. Естественно, что от загрязненного воздуха страдает человек и все, что его окружает [4].

На сегодняшний день оценка здоровья окружающей среды является актуальной и это связано с тем, что экологический кризис во всем мире усугубляется, а для принятия мер по осуществлению мероприятий и улучшению состояния окружающей среды необходимы данные о ее состоянии.

Растения как объект исследования позволяют оценить весь комплекс воздействий, характерный для данной территории в целом, поскольку ассимилируют вещества. Вследствие прикрепленного образа жизни растений прослеживается зависимость между конкретным локальным местом их обитания и состоянием их организма. Кроме того, материал для исследования отличается удобством использования, доступностью, простотой сбора [2; 5].

Целью данной статьи является изучение и анализ экологического состояния окружающей среды для выявления существующих условий проживания населения на данных территориях и для обоснования проектных решений, направленных на обеспечение экологической безопасности и комфортных условий проживания в зависимости от антропогенной нагрузки исследуемых территорий.

Материалы и методы исследования.

В основу нашего исследования положена методология оценки качества среды, разработанная в Институте биологии развития им. Н.К. Кольцова авторским коллективом ученых под руководством д.б.н., чл.- корр. РАН В.М. Захарова утвержденная Распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р. Суть метода заключается в определении и анализе ответной реакции березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на условия обитания по ее ФА листовой пластинки [7].

Сбор материала для проведения исследования проводили в июле месяце 2021 года после остановки роста листьев, собирали их равномерно вокруг дерева. Листья собирали среднего размера и только с укороченных побегов. По количеству собирали несколько больше листьев, чем требуется, на случай, если часть листьев из-за повреждений не сможет быть использована для анализа.

Каждая выборка содержала по 100 листьев (по 10 листьев с 10 растений). Листья с каждого растения хранили отдельно, для того, чтобы в дальнейшем можно было проанализировать полученные результаты индивидуально для каждой особи (собранные с одного дерева листья связывали за черешки). Все листья, собранные для одной выборки, складывали в полиэтиленовый пакет и

клеили этикетку, где указывали номер выборки, место сбора (делая максимально подробную привязку к местности), дату сбора. Для непродолжительного хранения собранный материал хранили в полиэтиленовых пакетах, а для длительного хранения материал частично гербаризировали, часть листьев фиксировали в 60% растворе этилового спирта.

Для оценки величины флуктуирующей асимметрии использовали признаки, характеризующие общие морфологические особенности листа, удобные для учета и оценки. Измерения проводили на гербаризованном материале. С целью исключения грубых ошибок, оптимизации процесса получения информации и сокращения трудозатрат измерения морфологических признаков использовали пакет программ Bioindikation tool kit, разработанный Лабораторией биоиндикации [8].

Применяя метод картографирования, исследуемые точки нанесли на карту.

Для исследования были выбраны точки на территории Думиничского района Калужской области с различным уровнем антропогенного воздействия.



Рис.1 – Расположение точек в Думиничском районе

Точка 1 – д. Ясенок – 1 км от автомагистрали. Данная территория взята для исследования, как контрольная точка, т.к. она удалена от автомагистрали,

численность населения в д. Ясенок на 2021 год составляет всего 40 человек, нет промышленных и сельскохозяйственных предприятий, вблизи деревни находится лес и река.

Точка 2 – развилка на с. Усты (284 км трасса М3 «Украина») 50 м от автомагистрали Москва – Киев. Отбор данной точки – изучить отрицательное влияние выбросов от автомобильного транспорта с высокой его проходимостью.

Точка 3 – 1,3 км от автомагистрали Москва – Киев вблизи с. Усты. Отбор точки на данной территории связан с тем, что село Усты от автомагистрали отделяет лесной массив, рядом протекает река Жиздра, на территории вблизи храма находится святой источник.

Точка 4 располагается в 4 км от автомагистрали в окрестности железнодорожной станции Палики (24 разъезд), недалеко находится, действующий в данное время завод по производству красного кирпича, вблизи протекает р. Жиздра.

Для оценки качества среды использовалась пятибалльная шкала степени нарушения стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.), разработанная В.М. Захаровым и соавторами. (табл. 1).

Таблица 1 – Шкала оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula* Roth.)

[6; 9]

Балл	Качество среды	Величина показателя стабильности развития
1 балл	Условно нормальное	<0,040
2 балла	Начальные (незначительные) отклонения от нормы	0,040 - 0,044
3 балла	Средний уровень отклонения о нормы	0,045 – 0,049
4 балла	Существенные (значительные) отклонения от нормы	0,050 – 0,054
5 баллов	Критическое состояние	>0,054

Диапазон значений интегрального показателя асимметрии, соответствующий условно нормальному фоновому состоянию, принимается как первый балл (условная норма). Он соответствует данным, полученным в природных популяциях при отсутствии видимых неблагоприятных воздействий. Критическое состояние, принимается за пятый балл. Он соответствует тем популяциям, где есть явное неблагоприятное воздействие, которые оказывают губительное действие на организм. Весь диапазон между пороговыми уровнями ранжируется в порядке возрастания значений показателя.

Результаты и их обсуждение

Результаты оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Величина показателя состояния организма (интегральный показатель стабильности развития, величина среднего относительного различия между сторонами на признак) в выборках березы повислой (*Betula pendula* Roth.) за 2021 год

Точка	$X \pm m$	Балл
Точка 1	0,039±0,002592	0 б
Точка 2	0,055±0,01336	5 б
Точка 3	0,042±0,002588	2 б
Точка 4	0,053±0,003778	4 б

В данных точках получены коэффициенты флуктуирующей асимметрии, значения которых представлены на графике:

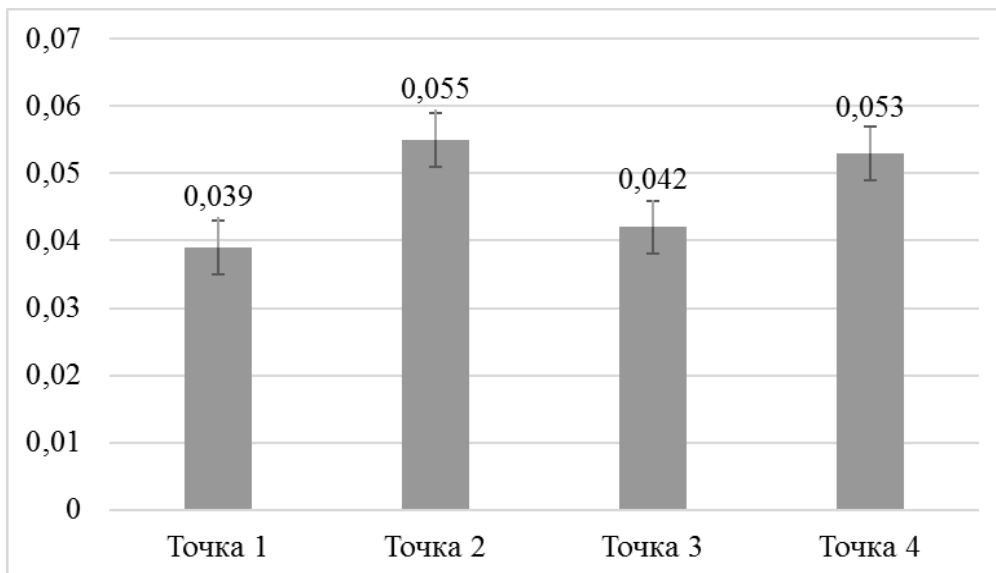


Рис 2 – График показателей флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) за 2021 год

Из всех расположенных на изучаемых территориях Диминичского района объектов отрицательное воздействие на окружающую среду оказывает участок железной дороги, проходящий через ст. Палики (разъезд №24), автомобильный транспорт (КАМАЗЫ), перевозящие сырье (песок и глину) на кирпичный завод в точке 4. В данной точке показатель ФА составляет $0,053 \pm 0,003778$, что соответствует 4 баллам.

Критическая ситуация складывается в точке №2 – развилка на с. Усты вдоль автомагистрали федерального значения, т.к. проходимость транспорта составляет 1200 единиц в час. В этой точке показатель ФА равен $0,055 \pm 0,01336$, что соответствует 5 баллам.

Самая чистая точка 1, находится в 1 км от трассы Москва – Киев вблизи д. Ясенки, т. к. на данной территории нет промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Точка 3, располагается вблизи с. Усты. Коэффициент ФА равен $0,042 \pm 0,002588$, что соответствует 2 баллам. Это объясняется тем, что данная территория отделяется от автомагистрали лесным массивом и рекой.

Из анализа полученных результатов можно сделать вывод, что с увеличением антропогенного воздействия (выбросы от двигателей

автомобильного и железно – дорожного транспорта, расположение территорий вблизи автомагистрали, выбросы от строительных промышленных предприятий) – ухудшается состояние окружающей среды.

Библиографический список:

1. Белева Ю.В. Показатели флуктуирующей асимметрии *Betula pendula* Roth. В естественных и антропогенных условиях Тольятти // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2013. Т. 23. № 3. С. 167–174.

2. Гелашвили Д.Б., Чупрунов Е.В., Иудин Д.И. Структурные и биоиндикационные аспекты флуктуирующей асимметрии билатерально-симметричных организмов // Журнал общей биологии. 2004. Т. 65. № 5. С. 433–441.

3. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях – М. Центр экологической политики России, 2001 – 148 с.

4. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений/ О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др.; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 288с.

5. Рахмангулов Р.С., Ишбирдин А.Р., Салпагарова А.С. Флуктуирующая асимметрия – показатель дестабилизации или поиск путей адаптивного морфогенеза? // Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 19. № 3. С. 831–834.

6. Рамза С.С., Гречнева АН. Интегральная экспресс-оценка качества среды по флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой (*Betula Pendula* Roth.) / VI Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум». (обращение 11.06.18). Форма доступа <https://scienceforum.ru/2014/article/2014003330>.

7. Стрельцов А.Б., Наумова А.А. Методика оценки степени флуктуирующей асимметрии листовых пластинок на примере березы повислой (бородавчатой) (*Betula pendula* Roth.). // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №3/2020. стр. 303-311.

8. Стрельцов А.Б., Наумова А.А., Наумова Т.А. Флуктуирующая асимметрия листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) как индикатора определения загрязняющей среды. Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2021 с.

9. Стрельцов А.Б., Константинов Е.Л. Захаров В.М. и др. Здоровье среды. Региональное учебно-методическое пособие. Калуга, издательство КГПУ. 2006. 40 с.