

#### Литература:

1. ФЗ от 24.06.1998г. № 89 - ФЗ "Об отходах производства и потребления».
  2. ФЗ от 30.03.1999г. № 52 – ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
  3. ФЗ от 10.01.2002г. № 7 – ФЗ «Об охране окружающей среды».
  4. Охрана окружающей среды: Справочник./Сост. Шариков Л.П. - Л.: Судостроение 1978. - 548 с.
  5. Рекомендации по применению метода пневматического распыления при окраске промышленных изделий. - М.: ВЦСПС, ВЦНИИОТ, Минхимпром, НПО «Лакокраспокрытие», 1982. - 108 с.
  6. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН 245-71.
  7. Фиалковская Т. А. Вентиляция при окраске изделий. - М.: Машиностроение, 1977. - 182 с.
  8. Хван Т.А. Промышленная экология. - М.: Феникс, 2003. – 356 с.
- 

## ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ РАСТЕНИЙ-БИОИНДИКАТОРОВ

*Астайкина Анжелика  
- ученица 10 класса «Б»  
МОУ Тереньгульской СОШ  
Руководитель:  
доцент, к.б.н. Е.В. Спирина*

Антропогенное воздействие на окружающую среду с каждым годом возрастает не только по масштабам, но и по видам воздействий. В природную среду поступает огромное количество веществ, которые продолжают свою самостоятельную «жизнь» образуя соединения с другими веществами, зачастую усиливая за счет этого воздействие на окружающую среду. Это имеет отношение и к химическим соединениям, физическим полям и возмущениям в информационной сфере. Наладить аналитический контроль за отдельными видами воздействий дорогостоящее занятие, и тем более сложно наладить такой контроль за жизненным циклом воздействий в окружающей среде.

Для получения объективной картины состояния природной среды необходимы исследования в двух направлениях. Во-первых, должны совершенствоваться методы инструментального химического анализа, во-вторых, целесообразно более широкое использование метода оценки абиотических и биотических факторов местообитания при помощи биологических систем. Такой метод называется биоиндикацией.

Биоиндикация - это обнаружение и определение биологически и экологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ [1].

Среди экологических факторов, оказывающих наибольшее воздействие на состояние окружающей среды, большинство исследователей отмечает загрязнение экосистем химическими веществами техногенного происхождения.

Проявление антропогенного загрязнения территории обычно продолжается в течение многих десятилетий. В связи с этим актуальность исследований по проблеме и разработке методов оценки состояния окружающей среды в насаждениях является вполне очевидной.

К настоящему времени накопилось достаточно информации об индикаторной роли растений. Прежде всего, это связано с воздействием загрязняющих веществ на листовую аппарат, благодаря способности листьев осаждать из воздуха наибольшее количество примесей.

Биоиндикационные методы оценки состояния окружающей среды позволяют проводить интегральную оценку «здоровья среды», под которой в самом общем смысле понимается состояние (качество) среды, необходимое для обеспечения здоровья человека и других видов живых существ.

Важным является изучение механизмов адаптации растений к неблагоприятным внешним условиям.

**Целью работы** явилось изучение основных показателей морфологии и архитектоники растений и разработка на этой основе методов оценки загрязнения автотранспортом с помощью растений-индикаторов.

Главным объектом исследований были выбраны транспортно-селитебные ландшафты и экологически чистые, в пределах которых в качестве предмета исследования изучались следующие компоненты:

1. листья клена *Acer platanoides* L.

2. почва под деревьями, которая является депонирующей средой практически для всех поллютантов.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. выбор растений-индикаторов;

2. определение показателей морфологии и архитектоники, которые могут использоваться в качестве параметров индикации;

3. апробация методов оценки состояния окружающей среды в насаждениях с помощью биоиндикационных методов;

4. изучение биоиндикационного значения почв и проведение их биотестирования с помощью тест-растений, выявление степени токсичности почвенного загрязнения по их ответным реакциям.

**Научная новизна.** В результате исследований впервые проведен анализ морфологических показателей листовых пластинок *A. platanoides* L. в зоне действия транспорта. В ходе работы выявлена возможность использования центральной (третьей - у пятилопастных)

лопасти листа *A. platanoides* L. в качестве параметра индикации. Показано изменение параметров формы лопасти листовой пластинки *A. platanoides* L. в зависимости от расстояния до источника загрязнения.

**Практическая значимость работы.** Разработанные методы могут быть положены в основу работ по контролю за резкими изменениями уровней загрязненности в результате неблагоприятных климатических факторов, промышленных выбросов и аварийных ситуаций.

Разработанные методы количественной оценки изменений морфологического строения листьев у древесных растений могут иметь практическое значение для специалистов лесного хозяйства и научных работников при оценке результатов лесохозяйственных мероприятий, проводимых в зоне воздействия промышленных выбросов.

Предлагаемые методы могут быть использованы при определении морфологических особенностей растений, подвергающихся воздействию различного рода загрязнителей в условиях города, в выяснении механизма адаптационной изменчивости растений, оказавшихся под антропогенным воздействием.

Исследования проводились на территории Тереньгульского района Ульяновской области в 2007-2008 гг. В качестве объекта биоиндикации использовался *A. platanoides* L. Материал собирали с деревьев, не подвергавшихся обрезке ветвей, в конце естественного вегетационного периода. Использовали три модельных участка: первый – лес с. Федькино, расположенный в 5 км от трассы Ульяновск-Сызрань (контроль); второй - парковая зона р.п. Тереньга (средняя степень загрязнения); третий – лес вдоль

трассы Ульяновск-Сызрань, около с. Гладчиха (загрязненный) (рис. 1).



Рис. 1. Районы исследований

На каждом модельном расте-

нии *A. platanoides* L. выбирали четыре побега, расположенных с разных сторон света (север, юг, запад, восток), и брали по 10 образцов с каждого побега, обозначая их номерами, считая от вершины побега [3].

Для определения площади листовой пластинки у деревьев *A. platanoides* L. использовали модификацию весового метода, разработанного

Л.В. Дорогань [4], где предварительно для древесной породы определяют переводной коэффициент (К).



Рис. 2. Лист *A. platanoides* L.

Измерения проводились на электронных весах ( $\epsilon=0,001$  mg). Переводной коэффициент (К) для данной породы деревьев определяли путем сравнения массы квадрата бумаги с массой листовой пластинки, имеющей такую же длину и ширину. Установили, что для клена платановидного  $K=0,54$ .

Затем путем измерения длины (А) и ширины (В) листа производят массовые вычисления площади листьев:

$$S=A*B*K$$

Данный метод описан в других научных работах [2, 3, 4].

Предложенный способ определения площади листовой пластинки значительно ускоряет работу при больших выборках, когда в измерения включает

ся большое число образцов.

Для определения асимметрии вершины простого цельного листа использовали «Числовой способ определения асимметрии вершины простого цельного листа». Особенность его заключается в том, что в верхней части листа левый край пластинки соединяют с осью листовой пластинки отрезком длиной 1/3 часть ширины листовой пластинки, располагая отрезок перпендикулярно оси листа. То же делают с правой стороны листа. Затем определяют расстояние на оси листа между точками соединения указанных отрезков с осью листа, рассчитывают отношение полученной величины к ширине листовой пластинки и используют его в качестве коэффициента асимметрии ( $K_a$ ) вершины листа.

$$K_a=b/x$$

где: b – расстояние между точками соединения двух отрезков, равных каждый 1/3 ширины листовой пластинки, с осью листа и расположенных в верхней части листовой пластинки слева и справа от оси листа перпендикулярно к оси листа и контактирующих своими концами с одной стороны с осью листа, а с другой стороны с левым и правым краями листовой пластинки; x – ширина листа.

Для определения степени токсичности почвы использовали кресс-салат, так как почва под деревьями является депонирующей средой

практически для всех поллютантов. Вначале предварительно проверили семена кресс-салата на всхожесть. За четверо суток проросло 93% семян, при этом норма - 90-95%.

Затем провели оценку загрязнения субстрата. Пробы почв были взяты на трех участках. Контрольная проба – в лесу с. Федькино, вторая – в парковой зоне р.п. Тереньга, третья - возле автодороги Ульяновск-Сызрань. Образцы почв поместили в одинаковые емкости. Исследование почв проводили параллельно. Для работы были отобраны 100 семян кресс-салата, по 50 в каждую емкость. Семена сажали на одинаковую глубину и расстояние друг от друга. Длительность эксперимента составила 15 дней. В течение этих дней наблюдали за прорастанием семян, поддерживая влажность субстрата на одном уровне. Уже на третий день после посадки были зафиксированы ровные всходы. По окончании эксперимента было подсчитано количество растений кресс-салата в каждой пробе и исследованы морфологические признаки каждого растения (длина корня, длина стебля, количество листьев, длина среднего листа, длина боковых листьев, количество корневых отростков). Для большей точности опыта была проведена вторая повторность.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

##### 1. Морфологическое строение листьев *A. platanooides* L. в зависимости от загрязнения атмосферы

В период роста листья проявляют высокую чувствительность к действию загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу, почву, водоемы. Изучение морфологических особенностей листьев контрольных и загрязненных территорий дает отчетливую количественную характеристику изменений, возникающих под влиянием загрязнения.

Как показали наши исследования, листья очень чутко реагируют на изменения параметров экологических факторов. Это проявляется, например, в увеличении или уменьшении различных элементов морфологии и анатомии листа, в изменении коэффициентов пропорциональности между параметрами.

Указанные проявления могут быть зафиксированы количественными методами и использованы для изучения воздействия экзогенных факторов на морфологию и архитектуру растительного организма [3].

Значения площадей листовых пластинок *A. platanooides* L. из леса вдоль трассы Ульяновск-Сызрань были достоверно меньше ( $p < 0,05$ ), чем из леса с. Федькино (табл. 1).

Таблица 1. Морфологические параметры листьев *A. platanoides* L.

Параметр	лес с. Федыкино, n=98	Парковая зона р.п. Тереньга, n=100	лес вдоль трассы Ульяновск-Сызрань (с. Гладчиха), n=99
Длина листа	11,606±0,193 7,0-16,2	12,306±0,216 7,7-17,6	11,429±0,203 7,4-17,0
Ширина листа	4,548±0,090 2,7-6,6	4,725±0,098 2,8-7,5	5,326±0,067 3,4-7,0
Площадь листа	34,470±1,018 13,6-64,3	32,637±1,202 12,9-67,5	29,288±1,026 10,2-57,7

Было выявлено, что угнетение роста листьев находится в прямой зависимости от степени загрязненности атмосферного воздуха – чем выше загрязнение воздуха, тем меньше площадь листа (табл. 1). Площадь листьев в зоне повреждения, вдоль трассы Ульяновск-Сызрань составила 29,288±1,026, что меньше по сравнению с контрольными образцами на 10-17 %.

Рассчитанные значения t-критерия для образцов из леса вдоль трассы и с. Федыкино показали достоверность между выборками ( $p < 0,05$ ).

Результаты наших исследований подтверждают ранее полученные данные других авторов [1] о том, что высокий уровень загрязнения атмосферы приводит к уменьшению площади листовой пластинки. Таким образом, площадь листовой пластинки *A. platanoides* L. может служить удобным признаком для биоиндикации загрязнения.

Наши исследования выявили, что наибольшей степени экологически информативными у *A. platanoides* L. являются листья верхней части побега. Общая тенденция изменения площади листовой пластинки *A. platanoides* L. при повышенном антропогенном влиянии проявляется в уменьшении площади листа по мере продвижения от основания побег к его верхушечной части.

Это может свидетельствовать о том, что в условиях загрязнения атмосферы выхлопами автотранспорта вдоль трассы в онтогенезе листьев наблюдается некоторый сдвиг, нарушающий нормальный ритм его развития. Под влиянием загрязняющих веществ автотранспорта у листьев, особенно расплощенных в верхней части побега, верхушки и края обжигаются. Это вызывает прекращение роста периферической части листьев. К моменту окончания ростовых процессов площадь листьев в зоне повреждения меньше, чем у контрольных.

В ходе проведенных исследований были выявлены существенные различия в морфологии и архитектонике центральной лопасти листа *A. platanoides* L. Сравнение параметров контрольной территории с показа-

телями загрязненных участков показывает наличие реакции листа *A. platanoides* L. на качество атмосферного воздуха.

На территории леса, расположенного вдоль трассы Ульяновск-Сызрань и парковой зоны р.п. Тереньга отмечена одинаковая тенденция в конструкции центральной лопасти – сужение ее граней в направлении от периферии листовой пластинки к центру (рис. 3).



а) лес с. Федькино

б) лес вдоль трассы Ульяновск-Сызрань

Рис.3. Форма центральной лопасти листа *A. platanoides* L. на контроле и на участке, подверженному загрязнению автотранспортом

Таким образом, на благоприятных, по экологическим характеристикам, участках отмечена одинаковая тенденция в конструкции лопасти листа *A. platanoides* L. – сужение граней центральной лопасти в направлении от периферии листовой пластинки к центру. На участках с объективно загрязненной территорией, р.п. Тереньга, трасса Ульяновск-Сызрань, конструкция центральной лопасти листа изменена, поэтому форма центральной лопасти листа *A. platanoides* L. может использоваться в качестве биоиндикационного параметра.

Анализ полученных результатов показывает наличие реакции листа *A. platanoides* L. на качество атмосферного воздуха. Отмечены различия в морфологии и архитектонике листьев, полученных из разных мест, которые были зафиксированы при изучении вершины листа (табл. 2).

Таблица 2 - Коэффициент асимметрии вершины листовой пластинки *A. platanoides* L. в зависимости от уровня загрязнения атмосферы

Место взятия образцов	Коэффициент асимметрии вершины листа ( $K_a$ ), мм
лес с. Федькино, n=98	$0,651 \pm 0,004$ 0,500-0,9500
Парковая зона р.п. Тереньга, n=100	$0,667 \pm 0,001$ 0,600-0,680
лес вдоль трассы Ульяновск-Сызрань (с. Гладчиха), n=99	$0,684 \pm 0,001$ 0,630-0,700

Из таблицы 2 видно, что значения коэффициента асимметрии вершины листа ( $K_a$ ) ниже на территории леса с. Федькино, далее следуют значения, полученные в зоне средней степени антропогенной нагрузки и наибольшие показатели асимметрии вершины листа получены у растений зоны сильной антропогенной нагрузки (трасса Ульяновск-Сызрань) (табл. 2).

Вычисленные уровни значимости  $t$ -критерия показали достоверные различия между всеми зонами исследования ( $p < 0,05$ ). Поэтому показатели асимметрии вершины листовой пластинки *A. platanoides* L. могут использоваться в качестве биоиндикационных параметров, так как позволяют получить объективную информацию о степени загрязнения.

## 2. Кресс-салат как тест-объект для оценки загрязнения почвы

Исследования почвы по морфологическим изменениям кресс-салата показали следующее. Всхожесть семян в контрольной пробе составила 92 %. Это означает, что почва, взятая в лесу с. Федькино, имеет слабую степень загрязнения.

Всхожесть семян в анализируемой пробе парковой зоны р.п. Тереньга составила 72 %. Это уже свидетельствует о наличии средней степени загрязнения (почва, взятая в парке возле автодороги по улице Евстифеева).

При биоиндикации почвы, взятой из леса, расположенного вдоль трассы Ульяновск-Сызрань около с. Гладчиха, всхожесть семян составила 58 %. Это уже свидетельствует о наличии высокой степени загрязнения.

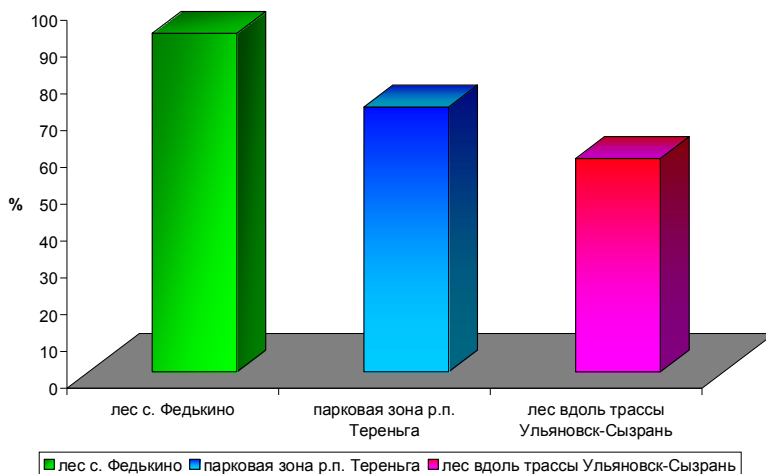


Рис. 4. Всхожесть семян кресс-салата



Что касается морфологических признаков, то здесь также были обнаружены различия. Длина стебля в анализируемых пробах оказалась в 1,7-2,3 раза меньше (парковая зона р.п. Тереньга и лес вдоль трассы около с. Гладчиха, соответственно), проростки тоньше и короче по сравнению с контрольной (лес с. Федькино). А вот длина корня в анализируемых пробах оказалась больше в 1,5-1,7 раз. Количество листьев одинаково во всех пробах.

Это очень простой, доступный и в тоже время точный метод определения уровня загрязнения субстрата. Таким образом, применение организмов, реагирующих на загрязнение среды обитания изменением визуальных признаков, имеет ряд преимуществ. Оно позволяет существенно сократить или даже исключить применение дорогостоящих и трудоемких физико-химических методов анализа. Биоиндикаторы интегрируют биологически значимые эффекты загрязнения. Они позволяют определять скорость происходящих изменений, пути и места скопления в экосистемах различных токсикантов, делать выводы о степени опасности для человека и полезной биоты конкретных веществ или их сочетаний.

Таким образом, применение кресс-салата для биоиндикации степени загрязнения почвы в высшей степени целесообразно.

#### **Выводы:**

1. Установлено, что *A. platonoides* L. и *L. sativum* L. могут быть применены в качестве растений-биоиндикаторов для оперативной и недорогой биоиндикации воздушных и почвенных загрязнений при экологическом мониторинге окружающей природной среды.

2. Определение показателей морфологии и архитектоники *A. platonoides* L., показало, что в качестве параметров индикации могут использоваться площадь и коэффициент асимметрии вершины листовой пластинки, а также конструкция лопасти листа.

3. Установлено, что *A. platonoides* L., произрастающий на неблагоприятных по экологическим характеристикам территориям (вдоль трассы Ульяновск-Сызрань), характеризуются увеличением ксероморфности листа, что выражается в сокращении площади листовой пластинки на 10-17 % и увеличением коэффициента асимметрии вершины листовой пластинки.

4. Фитоиндикационное исследование почвы с помощью кресс-салата показало, что почва парковой зоны р.п. Тереньга может быть отнесена к категории «средняя степень загрязнения», а почва леса вдоль трассы Ульяновск-Сызрань – к категории «сильная степень загрязнения».

#### **Литература:**

1. Газоустойчивость растений / Отв. ред. В.С. Николаевский. - Новосибирск, 1980. – 243 с.

2. Красинкий Н.П. Теоретические основы построения ассортиментов газустойчивых растений // Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые ассортименты - Горький, 1950 - С. 9-109.

3. Параметры морфологии листа *Ulmus glabra* Huds. / М.В. Андреева, Н.Н. Семчук // Биология - наука XXI века: 6-я Пушкинская конф. мол. ученых: Сб. тез. / Тул. гос. пед. ун-т им. Л.Н. Толстого - Пушино, 2002 - Т. 2 - С. 9-10.

4. Федорова А.И. Древесные насаждения городских улиц, их устойчивость и биоиндикационная роль // Лесные экосистемы зеленой зоны города Воронежа - Воронеж: ВГУ, 1999 - С. 82-86.

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

*Скрябина Екатерина –  
ученица 10 класса «Б»  
МОУ Тереньгульской СОШ  
Руководитель:  
доцент, к.б.н. Е.В. Спирина*

В настоящее время очистка сточных вод (СВ) предприятий является актуальной экологической проблемой. Она существует во всех регионах России, в том числе и в Ульяновской области. Основными загрязнителями водных объектов являются предприятия ЖКХ, объекты энергетики, предприятия министерства обороны, предприятия различных ведомств, пищевые предприятия, ливневой сток с урбанизированных территорий. Среднегодовой ущерб от загрязнения водных объектов исчисляется сотнями миллионов рублей (Трушин, 2001).

Большинство СВ содержат в своем составе токсичные вещества и, попадая в окружающую среду, они нарушают экологическое равновесие, что приводит к гибели растений, животных, снижению их продуктивности, а при критических условиях - к разрушению экосистем.

Несмотря на все меры и методы, применяемые для очистки сточных вод, загрязнители продолжают поступать в водные объекты. Наиболее опасными загрязнителями являются тяжелые металлы (ТМ), органические вещества (белки, жиры, красители и т.д.) (Огородникова, 2001).

Поэтому, разработка технологий очистки СВ и утилизации промышленных отходов немислима без включения в технологический процесс стадии доочистки СВ на сорбентах, так как применяемые на водоочистных сооружениях технологии очистки не позволяют сегодня получить чистую воду, соответствующую нормам ПДК.

**Целью работы** явилось изучение доочистки сточных вод с помощью природных сорбентов на основе диатомитов от загрязнителей для снижения антропогенного воздействия на водные объекты.