

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Балашовский институт (филиал)

Кафедра биологии и экологии

**Особенности использования методов лишеноиндикации для оценки за-
грязнения атмосферного воздуха**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 55 группы
направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»,
факультета естественно-научного и педагогического образования
Бурдина Александра Викторовича

Научный руководитель
доцент кафедры БиЭ,
к. с.-х. наук, доцент

М.А. Занина

Зав. кафедрой БиЭ
канд. биол. наук

А.Н. Володченко

Балашов 2016

ВВЕДЕНИЕ. Актуальность исследования. Проблема загрязнения природной среды – одна из глобальных проблем современного мира. В связи с интенсивным развитием промышленности и транспорта, в атмосферу, гидросферу, литосферу поступает все большее количество вредных выбросов. На земном шаре практически невозможно найти место, где бы ни присутствовали в той или иной концентрации загрязняющие вещества. Наиболее острую экологическую проблему в крупных городах представляет загрязнение воздуха, поскольку регулярно происходит выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Существуют различные методики исследования уровня загрязнения воздуха. Есть инструментальные методы определения содержания в воздухе вредных примесей, которые используются государственными природоохранными организациями в целях мониторинга воздушной среды города, особенно вдоль оживленных автомагистралей. Однако такие методы малодоступны и дорогостоящие. Наиболее доступная методика оценки степени загрязнения воздуха – лишеноиндикация. То есть использование лишайников в качестве индикаторов состояния воздуха. Наилучшими индикаторами состояния окружающей среды являются лишайники, так как они распространены по всему земному шару и их реакция на внешние воздействия очень сильна, а собственная изменчивость незначительна по сравнению с другими организмами. В связи с этим тема данной работы является актуальной

Целью работы являлось изучение лишайников как объекта биоиндикации и оценка экологического состояния воздуха села Малиновка Аркадакского района с помощью лишеноиндикации.

Для реализации поставленной цели, необходимо решить ряд **задач**:

- произвести анализ научной и научно-популярной литературы;
- изучить особенности внешнего и внутреннего строения лишайников;
- изучить механизмы поглощения лишайниками соединений из окружающей среды;

– произвести оценку состояния атмосферного воздуха в районе села Малиновка Аркадакского района Саратовской области.

Материалы исследования. Материалом работы послужили результаты лишенологических исследований в окрестностях села Малиновка Аркадакского района Саратовской области. Исследования проводились на пяти пробных площадках в пределах которых происходило изучение лишайников, поселяющихся на стволах деревьев. Теоретической базой послужили научные работы, посвященные биологии лишайников и их применению в биоиндикации состояния среды.

Структура работы. Работа состоит из введения, четырех разделов: 1 – «Особенности строения и экологии лишайников»; 2 – «Особенности поглощения лишайниками органических и минеральных соединений»; 3 – «Основы лишеноиндикации»; 4 – «Оценка состояния атмосферного воздуха в районе села Малиновка Аркадакского района Саратовской области методом лишеноиндикации», заключения, списка использованных источников, включающего 40 наименований, в том числе один источник на иностранном языке. Объем работы составляет 55 страниц компьютерного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. В первой главе рассматриваются особенности внешнего и внутреннего строения лишайников, а также особенности взаимодействия между компонентами лишайников.

Вторая глава посвящена особенностям поглощения лишайниками органических и минеральных соединений, рассматриваются основные источники и пути поступления веществ в лишайники.

Третья глава посвящена основам лишеноиндикации. В ней рассматриваются основные показатели, которые фиксируются при оценки состояния окружающей среды с помощью лишайников. Из них прежде всего необходимо выделить следующие:

1. *Характеристики популяции.* Наблюдения за свойствами популяций обычно проводятся с использованием учетных площадок. На них регистрируются такие показатели как присутствие/отсутствие

представителей вида, особенности репродуктивности, скорость роста, смертность, покрытие, биомасса и другое. Эти измерения можно проводить визуально или по фотоснимкам.

2. *Морфология слоевища*. Обычная реакция слоевищ – изменение цвета (розоватый или коричневатый) до полного обесцвечивания (отмирание водорослевых клеток), а также наличие в популяции более мелких, компактных талломов.

3. *Физиологические процессы*. Сюда относится выработки пигментов, устойчивость мембран, дыхание, фотосинтез и ряд других процессов. Они наиболее сложны и требуют специального оборудования.

Четвертая глава посвящена оценке состояния атмосферного воздуха в районе села Малиновка Аркадакского района Саратовской области методом лишеноиндикации.

В качестве района исследования было выбрано село Малиновка Аркадакского района Саратовской области.

Для осуществления исследования выбраны пробные площадки. При выполнении данного задания пробные площадки и модельные деревья были выбраны произвольно и не маркировались (это так называемые «переменные площадки»). При этом, однако, придерживались двух правил: 1) структура и состав фитоценозов на удаленных друг от друга пробных площадках должны быть по возможности, схожими (например, сравниваются пробные площадки только в одновозрастных сосновых посадках, или только в старых ельниках, или только в березняках и т.п.) и 2) модельные деревья, измеряемые на нескольких удаленных друг от друга площадках, должны быть обязательно одной породы и по возможности одного возраста.

Нами для исследования было заложено 5 пробных площадок в разной степени удаленности от автотрассы. Для исследования использовалось следующее оборудование: лупа, рулетка, компас, плетка, тетрадь для фиксации результатов, карандаш. Палетка представляла собой кусок прозрачного пластика размером 10*10 см, расчерченный прозрачными

линиями на квадраты по 1 см². Палетка предназначена для определения площади проективного покрытия. Если таллом лишайников не образует сомкнутых скоплений, то следует обвести контуры каждого таллома фломастером и подсчитать суммарное проективное покрытие. Площадь палетки составляет 100%, одного ее квадратика соответственно – 1%. Проективное покрытие определяется для каждого вида отдельно.

Проективное покрытие определялось на всех деревьях на одной высоте с четырех экспозиций (на северной, южной, западной и восточной частях ствола - определяется по компасу). Замеры делали на высоте 1,5 м (уровень груди).

Общее проективное покрытие в процентах вычисляли по формуле:

$$R = (100a+50b)/C,$$

где С – общее число квадратов палетки, в нашем случае С=100 (10х10 см с ячейками 1х1см).

Качественная оценка уровня загрязненности атмосферного воздуха газообразными и твердыми веществами определялось по наличию лишайников определенных жизненных форм (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость между жизненной формой лишайника и уровнем загрязненности воздуха

баллы	Уровень загрязненности воздуха	Жизненная форма		
		Накипные	Листоватые	Кустистые
5	Очень высокий	?	?	?
4	Высокий	+	-	?
3	Средний	++	++	+
2	Низкий	+++	+++	++
1	Очень низкий	+++	+++	+++

Условные обозначения:

? – возможны находки зачаточных слоевищ;

+ – малое число видов;

++ – значительное число видов;

+++ – очень большое число видов.

Иногда устойчивость лишайников к загрязнению обусловлена внешними условиями. Хорошо смачиваемое слоевище страдает от загрязнения больше, чем плохо смачиваемое. Если субстрат, на котором растет лишайник, имеет щелочную реакцию, то переносить загрязнение ему легче. Важным является и преобладающее в данной местности направление ветров, несущие губительные газы и пыль. Но иногда в объяснении причины устойчивости лишайника к загрязнению надо искать внутри самого лишайника. Большую роль играет проницаемость клеток, присутствие некоторых лишайниковых веществ, нейтрализующих кислотные выпадения. Исчезновение эпифитных лишайников при появлении воздушного загрязнения происходит постепенно и зависит от концентрации вредных веществ, а также от особенностей субстрата, на котором они растут, но есть у лишайников враги и в мире животных. Например, большой вред им наносят слизни, улитки и некоторые насекомые. Одним из факторов, влияющих на произрастание эпифитных лишайников, является естественная кислотность коры. Значение pH коры у древесных растений различно, и они условно делятся на три группы по этому показателю:

1) деревья с кислой корой - сосна, ель, лиственница, пихта, береза (pH=3,4-3,7);

2) деревья с умеренно кислой корой - дуб, платан, ольха, ивы разных видов (pH=4,1-5,1);

3) деревья с так называемой субнейтральной или нейтральной корой - тополя разных видов, вяз, липа, осина, ясень (pH=5,3-5,9).

На пробных площадках в районе исследования было обнаружено 5 видов лишайников: пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*), пармелия козлиная (*Parmelia caperata*), ксантория настенная (*Xanthoria parietina*), гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes*), ленакора разнообразная (*Lecanora allophana*).

При оценке проективного покрытия площадь палетки принималась за 100%, соответственно один квадрат будет составлять 1%. При измерении

проективного покрытия надо плотно прижать палеткой их слоевища к поверхности коры. Объект измерялся с четырёх сторон света на постоянных высотах высоты: 1,3м и 0,5м (таблица 2).

Таблица 2 – Проективное покрытие лишайников

Проективное покрытие	1	2	3	4	5
Среднее ПП (1,3 м), %	37,8	42,1	39,5	41,7	45,7
Среднее ПП (0,5 м), %	30,7	33,2	32,1	35,6	34,6

Наибольшая площадь проективного покрытия наблюдается на участке № 5, который является самым удаленным от дороги, а наименьшее на пробной площадке № 1, которая ближе всего расположена к дороге.

Коэффициент встречаемости лишайников для каждого вида был рассчитан по формуле:

$$R=a*100/N,$$

где R - коэффициент встречаемости,

a - число площадок, где данный вид встречается, N- число исследованных площадок.

Таблица 3 – Коэффициент встречаемости лишайников

Вид	1	2	3	4	5
Пармелия бороздчатая (<i>Parmelia sulcata</i>)	70%	60%	80%	80%	90%
Пармелия козлиная (<i>Parmelia caperata</i>)	0%	30%	0%	0%	80%
Ксантория настенная (<i>Xanthoria parietina</i>)	90%	90%	90%	90%	90%
Гипогимния вздутая (<i>Hypogymnia physodes</i>)	0%	0%	0%	0%	50%
Ленакора разнообразная (<i>Lecanora allophana</i>)	0%	0%	0%	0%	50%

Все изученные виды подразделили на 5 классов: I - виды с коэффициентом встречаемости до 20%, II - 21- 30%, III - 31- 40%, IV - 41- 50%, V - 51- 60%.

Данный метод определения коэффициента встречаемости был использован Щекиной при изучении лишайников города Благовещенска и его окрестностей. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таким образом, наибольшее число видов представлено на п/п № 5 и наибольшее значение частоты встречаемости зафиксировано для *Xanthoria parietina*.

Для дальнейших исследований необходимо перевести показатели частоты встречаемости и степени покрытия по пятибалльной шкале, для этого воспользовались таблицей 4.

Таблица 4 – Оценки частоты встречаемости и степени покрытия по пятибалльной шкале

Частота встречаемости (в %)		Степень покрытия (в %)		Балл оценки
Очень редко	менее 5%	Очень низкая	менее 5%	1
Редко	5-20%	Низкая	5-20%	2
Редко	20-40%	Средняя	20-40%	3
Часто	40-60%	Высокая	40-60%	4
Очень часто	60-100%	Очень высокая	60-100%	5

Таким образом, для каждой площадки описания и для каждого типа роста лишайников — кустистых, листоватых и накипных — выставляются баллы встречаемости и покрытия. После проведения исследований на нескольких десятках деревьев делается расчет средних баллов встречаемости и покрытия для каждого типа роста лишайников — накипных (Н), листоватых (Л) и кустистых (К). Зная баллы средней встречаемости и покрытия Н, Л, К, легко рассчитать показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА) по формуле:

$$\text{ОЧА} = (\text{Н} + 2 \times \text{Л} + 3 \times \text{К}) / 30.$$

Чем выше показатель ОЧА (ближе к единице), тем чище воздух местообитания. Имеется прямая связь между ОЧА и средней концентрацией диоксида серы в атмосфере.

Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели относительной чистоты атмосферы

п/п	1	2	3	4	5
ОЧА	0,36	0,40	0,43	0,43	0,46

Наибольшее значение чистоты атмосферы наблюдается на участке №5, который находится в наибольшей удаленности от автотрассы, наименьшее значение на п/п №1. Следует отметить тот факт, что все показатели ниже 0,5, что говорит о значительном загрязнении атмосферы.

В Германии и Эстонии в целях лишенодиагностики (диагностика при помощи лишайников) пространственного распределения загрязнения воздуха применялось картирование распространения лишайников–индикаторов по мере удаления от источников загрязнений. По уменьшению обилия лишайников можно судить о повышении уровня стресса на сильно загрязненных территориях. Степень покрытия коры деревьев лишайниками уменьшается по мере увеличения концентрации SO₂ в воздухе.

В конце 60-х гг. XX в. в Эстонии и Канаде были разработаны методы лишеноиндикационного картографирования загрязненности атмосферного воздуха на основе изучения эпифитных лишайниковых группировок и вычисления средних индексов полеотолерантности (ИП) по формуле:

$$ИП = \frac{ai \times ci}{cn}$$

где: n – число видов на площадке описания; ai – класс полетолерантности вида (от 1 до 10, правый столбец таблицы 6); ci – покрытие вида в баллах; cn – суммарное покрытие всех видов (в баллах).

Таблица 6 – Оценка проективного покрытия по 10-бальной шкале

Балл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Покрытие %	1-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-80	80-100

Индекс полеотолерантности вычисляется для всех обследованных

модельных деревьев на площадке в среднем. Значение ИП колеблется между 1 и 10. Чем больше ИП, тем более загрязнен воздух в соответствующем местообитании. В зависимости от точности работ на индикационных картах можно выделить несколько зон, различных по уровню загрязнения.

Значения ИП соответствуют следующим среднегодовым показателям содержания SO₂ в воздухе (мкг/м³) (таблица 7)

Таблица 7 – Значения ИП скоррелированные с среднегодовым содержанием SO₂ в воздухе (Менинг, Федер, 1985)

ИП	Концентрация SO₂ (мг/м³)	Условная зона
1-2	Менее 0,01	Нормальная
2-5	0,01-0,03	Малого загрязнения
5-7	0,03-0,08	Среднего загрязнения
7-10	0,08-0,10	Сильного загрязнения
10	0,10-0,30	Критического загрязнения
0	Более 0,3	Лишайниковая пустыня

Рассчитав значения для своих участков получаем следующие результаты (таблица 8).

Таблица 8 – Содержание SO₂ на пробных площадках

№ п/п	ИП	Концентрация SO₂ (мг/м³)	Условная зона
1	1,7	Менее 0,01	нормальная
2	2,3	0,01-0,03	Малого загрязнения
3	2,5	0,01-0,03	Малого загрязнения
4	3,5	0,01-0,03	Малого загрязнения
5	4,2	0,01-0,03	Малого загрязнения

Таким образом, по содержанию SO₂ обследованные участки являются малозагрязненными. Содержание SO₂ не превышает ПДК, которая составляет 0,5 мг/м³.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, лишеноиндикация – один из важнейших и доступных методов экологического мониторинга. Однако, используя этот метод, следует учитывать то, что лишайники, как и любые живые организмы, откликаются на всякое изменение среды. Поэтому в природе часто невозможно установить конкретную причину тех или иных повреждений лишайников, порой простое воздействие температуры или влажности может перекрывать влияние загрязнения.

Однако использование лишайников является в настоящее время широко распространенным, эффективным и экономически выгодным методом оценки состояния окружающей среды. Так в ходе написания дипломной работы была произведена оценка состояния воздуха в окрестности села Малиновка Аркадакского района саратовской области. Было определено содержание SO_2 которое находится в диапазоне 0,01-0,03 мл/м³ не превышает ПДК.

Следует иметь в виду и то, что исчезновение большинства видов лишайников обусловлено не только загрязнением и низкой влажностью, существенную роль в этом играет уничтожение лесов с последующей заменой их новыми посадками. На коре саженцев, привезенных из питомника, как правило, мало или совсем нет лишайниковых слоевищ, которые в изобилии покрывают старые деревья в лесу и рассеивают множество спор, соредий и изидий. Поэтому вторичные леса, посадки намного беднее лишайниковой флорой, чем первичные. В городах, где озеленение проводится посадками в основном из питомников, очень скудный видовой состав лишайников, кроме того, они безвозвратно исчезают. По результатам лишеноиндикационных исследований можно провести картографирование территории, используя лишеноиндикационные индексы, которые позволяют оценить степень загрязненности воздуха населенных пунктов, а зачастую также отыскать источник выбросов в атмосферу – оконтурить его линиями минимальных в исследуемом районе значений показателя относительной чистоты атмосферы.