

# **Изучение состояния атмосферы городской среды методом трансплантации лишайников**

**Долгатова П.А.**

Биология

*8Б класс, МБОУ «СОШ № 75» г. Барнаула Алтайского края*

*Научный руководитель: Окорокова Е.И., учитель биологии МБОУ «СОШ № 75», педагог АКДЭЦ*

**Введение.** Рост величины и численности населения в последние десятилетия усиливает экологические проблемы городов. Одной из наиболее опасных из них является загрязнение атмосферы, основным источником которой является автомобильный транспорт. На его долю приходится свыше 50 % атмосферного загрязнения, которое пагубно влияет на горожан [1]. Автомобили выбрасывают в атмосферу вредные для здоровья сернистый газ, оксиды азота, угарный газ, а также сажу и пыль, которая образуется при истирании покрышек.

В некоторых случаях из двух или нескольких относительно не опасных веществ, выброшенных в атмосферу, под влиянием солнечного света могут образовываться ядовитые соединения, опасные для жизни и здоровья человека [4].

Существуют живые организмы – биоиндикаторы, с помощью которых может производиться оценка как абиотических факторов (температура, влажность, кислотность, соленость, содержание поллютантов и т.д.) так и биотических (благополучие организмов, их популяций и сообществ). Организмами-биоиндикаторами являются лишайники. Они довольно чувствительны к загрязнениям, поэтому в больших городах вблизи дорог, заводов лишайники практически не встретишь. Они там просто не выживают и погибают [2,3].

Лишайники играют большую роль в системе наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды. В настоящее время при лишеноиндикации используются различные методологические подходы. Одним из таких подходов

является метод трансплантации (переноса) лишайников из мест их природного естественного местообитания в зоны антропогенного воздействия. Использование данных методов по оценке качества среды являются достаточно актуальными как для естественных экосистем, так и городских [3,5].

**Цели исследования** – изучить уровень загрязнения атмосферы некоторых районов г. Барнаула методом трансплантации лишайников.

**Задачи исследования:**

1. Выяснить особенности лишайников как биоиндикаторов.
2. Собрать образцы лишайников в экологически чистом районе.
3. Провести трансплантацию лишайников в городскую среду.
4. Провести химический анализ зольной вытяжки лишайников на наличие солей свинца.
5. Дать оценку состояния атмосферы некоторых районов г. Барнаула.

**Материалы и методы.** Для трансплантации чаще всего используют эпифитные (т.е. растущие на деревьях) лишайники. Их слоевища вместе с субстратом специальными бурами в виде дисков отделяют от деревьев. В качестве критерия действия загрязнителя предлагается использовать долю поврежденной части экспонированного слоевища от его общей поверхности за период наблюдения. Простейшими способами оценки действия новых условий на пересаженные слоевища является определение смертности пересаженных слоевищ, а также морфологических изменений талломов.

**Определение солей свинца:**

1. Взять по 10 грамм исследуемых лишайников. Пробы пронумеровать.
2. Измельчить лишайники в ступке с песком. Добавить 30 грамм смеси этилового спирта и воды в соотношении 1:2. Прокипятить полученную смесь в течение 5-7 минут, чтобы свинец перешел в раствор.
3. В полученный экстракт по каплям добавлять иодид калия, пока не образуется желтый осадок или сульфид натрия - образуется черный осадок.

4. Сравнить интенсивность желтой (черной) окраски у осадка, полученного у растительных проб.

**Собственные результаты.** Материалом для исследования послужили образцы лишайников, собранные в период с 1 марта по 3 марта 2019 года в окрестностях спортивной базы «Динамо», расположенной на Семинском перевале Республики Алтай (Рисунок 1).



Рис. 1. Место сбора лишайников

Экспонируемые лишайники должны быть из одного строго ограниченного района с возможно более сходными микроклиматическими условиями (например, должны расти на определенном отрезке ствола дерева), поэтому сбор лишайников проводился с одного дерева на высоте 1,5 – 2 метра от земли. Для трансплантации отбирались лишайники с неповрежденными слоевищами.

При сборе проб экспонировали ветви с растущими на них лишайниками. Все собранные образцы относились к одному виду – Уснея бородатая (*Usnea barbata*) (Рисунок 2).

Уснея бородатая (*Usnea barbata*) – лишайник семейства Пармелиевые. А из-за того, что этот лишайник имеет нитчато-кустистую структуру, в народе его называют бороатым лишайником и бородой лешего. Слоевище этого лишайника состоит из большого количества тонких веток. Окраска слоевища желто-зеленая. Его длина может достигать до 2-х метров. В центральной части

слоевища выделяется осевой плотный цилиндр, который образуется из сплетенных гиф.

Уснея бородатая распространена в умеренной лесной зоне. Искать ее стоит в хвойных лесах, а вот в лиственных лесах она поселяется крайне редко. Местами произрастания этого лишайника являются ветки и стволы деревьев, а иногда они попадают на камнях и заборах. Эти лишайники произрастают исключительно в экологически чистых районах, поэтому их следует отыскивать в местах, отдаленных от заводов или автомобильных дорог.

При сборе уснеи бородатой следует оставлять небольшую часть слоевища неповрежденной, чтобы лишайник был способен восстановиться.



Рис. 2. Уснея бородатая

В период с 20 мая по 22 мая 2019 года была осуществлена пересадка лишайников на деревья в следующие районы исследования (Ленинский район):

Проба № 1 – пришкольная территория МБОУ «СОШ № 75» (ул. Г. Исакова).

Проба № 2 – ул. А. Петрова (район магазина «Аникс»).

Проба № 3 – ул. Г. Исакова (район МБОУ «Лицей № 124»).

Проба № 4 – ул. Малая Малахова (район остановки «А. Петрова»).

Проба № 5 – ул. Малахова (район остановки «Г. Исакова»).

Оценку действия новых условий на пересаженные слоевища проводили через 4 месяца – в период с 24 сентября по 28 сентября 2019 года. Изменение внешних признаков пересаженных слоевищ оценивали визуально в баллах по 4-балльной шкале: 1– повреждений нет, 2 – некоторые незначительные повреждения, 3 – сильное повреждение, 4 – слоевище полностью повреждено.

В ходе работы были проанализированы следующие признаки повреждений: изменение окраски слоевища, появление на слоевище пятен различной окраски, уменьшение степени прикрепления лишайников к субстрату, появление трещин на слоевищах.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

**Результаты исследования изменений внешних признаков пересаженных слоевищ\***

№ пробы	Изменение окраски слоевища	Появление на слоевище пятен различной окраски	Уменьшение степени прикрепления лишайников к субстрату	Появление трещин на слоевищах	Балл оценки изменения внешних признаков
Проба № 1	–	–	–	–	1
Проба № 2	+	+	+	–	3
Проба № 3	+	+	+	–	3
Проба № 4	+	–	–	–	2
Проба № 5	+	–	–	–	2

\*«+» -отмечается присутствие

Анализ полученных данных показал, что лишайники, пересаженные на пришкольную территорию (проба № 1) не имеют явных повреждений слоевища. Наибольшие повреждения наблюдаются в пробе № 2 (ул. А. Петрова) и в пробе № 3 (ул. Г. Исакова). В данных пробах отмечаются изменения окраски слоевища: они бледные, с преобладанием серых оттенков; слоевища имеют бурые и коричневые пятна; степень прикрепления к субстрату снижена – части слоевища свободно отделяются от ветки; трещины на слоевищах не выявлены. В пробах № 4 и № 5 (ул. Малахова) отмечается только изменение окраски слоевища.

Таким образом, оценка изменения внешних признаков слоевища показала следующие результаты:

Проба № 1 – пришкольная территория МБОУ «СОШ № 75» (ул. Г. Исакова): повреждения не отмечены, что свидетельствует о низком уровне загрязнения атмосферы – 1 балл.

Проба № 2 – ул. А. Петрова (район магазина «Аникс»): сильное повреждение слоевища – уровень загрязнения атмосферы высокий – 3 балла.

Проба № 3 – ул. Г. Исакова (район МБОУ «Лицей № 124»): сильное повреждение слоевища – уровень загрязнения атмосферы высокий – 3 балла.

Проба № 4 – ул. Малая Малахова (район остановки «А. Петрова»): незначительные повреждения – средний уровень загрязнения – 2 балла.

Проба № 5 – ул. Малахова (район остановки «Г. Исакова») – незначительные повреждения – средний уровень загрязнения – 2 балла.

По отношению к загрязнению воздуха виды лишайников можно разделить на три категории:

1. самые чувствительные, исчезающие при первых симптомах загрязнения;
2. среднечувствительные, приходящие на смену погибшим чувствительным видам, с которыми они не могли конкурировать, пока воздух был совсем чистым;
3. самые выносливые, толерантные к загрязнению.

Анализируя литературные данные, выяснили, что чувствительность лишайников к загрязнению воздуха определяется рядом факторов:

- симбиотической природой;
- большой абсорбционной поверхностью (все вещества, включая газообразные и растворенные в воде поллютанты, поглощаются всей поверхностью таллома);
- высокой гидрофильностью;
- средой обитания (осадки, стекающие по стволу, содержат значительно более высокие концентрации поллютантов, чем осадки на открытых местах);
- длительностью жизни.

Помимо визуально обнаруживаемых признаков определяли накопление веществ-загрязнителей трансплантированными слоевищами – выявляли соли

свинца. Это связано с тем, что все пробы, кроме № 1 были расположены вблизи с автомобильными дорогами, которые являются достаточно загруженными транспортом. Для этого использовался зольный раствор из слоевищ лишайника и раствор иодида калия. Наличие желтого осадка свидетельствует о накоплении организмом солей свинца. Сравнивалось наличие и интенсивность желтой окраски у осадка, полученного при анализе проб.

Результаты исследования представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Результаты исследования по выявлению солей свинца в слоевищах лишайников\***

№ пробы	Контроль ная проба	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	Проба № 5
Наличие солей свинца	–	–	+	+	–	–

\*«+» -отмечается присутствие

Наиболее интенсивный осадок желтого цвета при химическом анализе проявляется в пробах № 2, № 3, что выявляет наличие солей свинца в слоевищах лишайников. Это подтверждается и наибольшей степенью повреждения пересаженных слоевищ лишайников. В остальных пробах осадок не обнаруживается, что говорит об отсутствии загрязняющего вещества (Рисунок 4).



Рис. 4. Результаты химического анализа

В целом, можно отметить, что наибольшее загрязнение атмосферного воздуха по результатам исследования отмечается на улице Г. Исакова и улице А. Петрова. Меньший уровень загрязнения атмосферы отмечается на улице Малахова. Загрязнения атмосферы на пришкольной территории не выявляются, что может быть связано с удаленностью от автомобильных дорог (Рисунок 5).

Таким образом, лишайник является лучшим индикатором загрязнения окружающей среды, так как численность и видовой состав лишайников резко возрастают или убывают на определенном расстоянии от источника загрязнения. При этом у лишайников наблюдаются морфологические изменения, а также накопление элементов загрязненного воздуха. Они способны аккумулировать тяжелые металлы, что используется при составлении карт загрязненности городов и территорий.

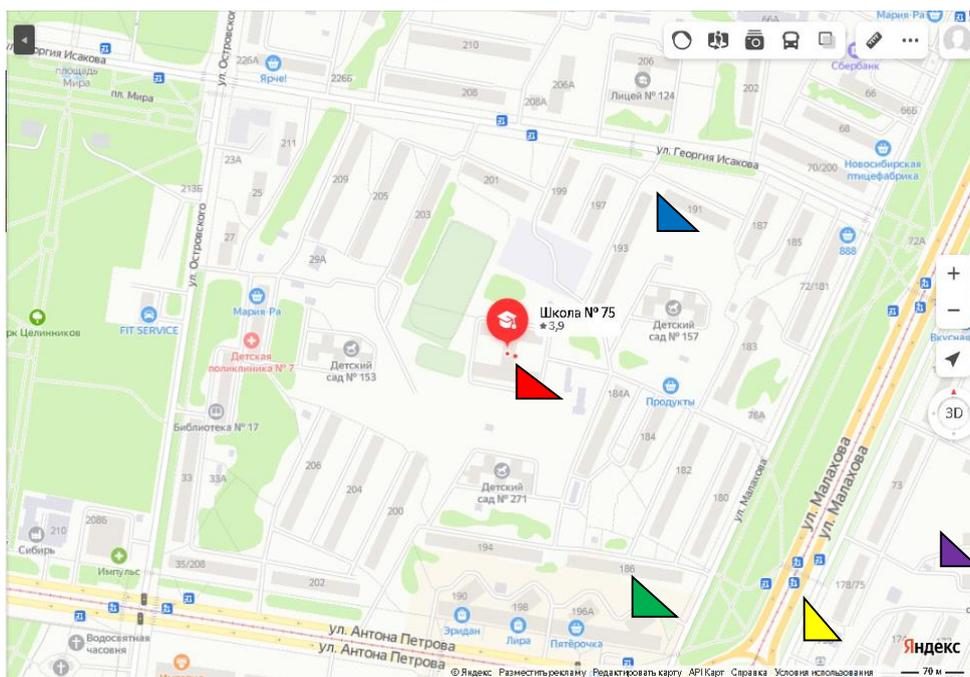


Рис. 5. Районы исследования

- ▶ Проба № 1 – пришкольная территория МБОУ «СОШ № 75» (ул. Г. Исакова)
- ▶ Проба № 2 – ул. А. Петрова (район магазина «Аникс»)
- ▶ Проба № 3 – ул. Г. Исакова (район МБОУ «Лицей № 124»)
- ▶ Проба № 4 – ул. Малая Малахова (район остановки «А. Петрова»)
- ▶ Проба № 5 – ул. Малахова (район остановки «Г. Исакова») (Рисунок 6)

Чтобы оценить транспортную напряженность, приведенных на карте дорог, мы взяли среднее значение автомобильных пробок за сутки, за период с мая по сентябрь по десятибалльной системе :

Проба №1 – пришкольная территория МБОУ «СОШ №75» (ул. Г.Исакова) – 0 баллов

Проба № 2 – ул. А. Петрова (район магазина «Аникс») – 8-9 баллов

Проба № 3 – ул. Г. Исакова (район МБОУ «Лицей № 124») – 8-9 баллов

Проба № 4 – ул. Малая Малахова (район остановки «А. Петрова») – 6-7 баллов

Проба № 5 – ул. Малахова (район остановки «Г. Исакова») (Рисунок 6) – 6-7 баллов.

### **Выводы.**

1. Собранные образцы лишайников для трансплантации относятся к одному виду – Уснея бородатая (*Usnea barbata*), семейство Пармелиевые. В биоиндикационном отношении вид высокочувствительный к загрязнению атмосферы.
2. Трансплантация лишайников показала, что наибольшие повреждения наблюдаются в пробе № 2 (ул. А. Петрова) и в пробе № 3 (ул. Г. Исакова) – изменения окраски слоевища, наличие бурых и коричневых пятен; сниженная степень прикрепления к субстрату.
3. Наименьшие повреждения слоевищ отмечаются в пробах № 4 и № 5 (ул. Малахова). В пробе № 1 (пришкольная территория) изменения не выявлены.
4. Химический анализ показал наличие солей свинца у лишайников в пробах № 2 и № 3, что подтверждается и наибольшей степенью внешнего повреждения их слоевищ.
5. Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха по результатам исследования отмечается на улице Г. Исакова и улице А. Петрова. Меньший уровень загрязнения отмечается на улице Малахова. Загрязнения атмосферы на пришкольной территории не выявляются, что может быть связано с удаленностью от автомобильных дорог.

## **Источники**

1. Гавриков, Д.Е. Практика по прикладной экологии и экологическому мониторингу / Д.Е. Гавриков. – Иркутск: Изд-во ГОУ ВПО «Иркут. Гос. пед. ун-т», 2004 – 328 с.
2. Гавриленко А.В. Использование метода трансплантации лишайников для индикации загрязнения атмосферного воздуха урбозкосистем // Молодой ученый.–2019. – № 16.–с. 63-65.–URL <https://moluch.ru/archive/254/58167/> (дата обращения: 20.01.20).
3. Степановских, А.С. Прикладная экология: охрана окружающей среды: Учебник для вузов / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003 г.
4. Уорк, К. Загрязнение воздуха. Источники и контроль / К. Уорк, С. Уорнер. – М.: Мир, 1980 г.
5. Чернова, Н.М. Основы экологии / Н.М. Чернова. – М.: Просвещение, 1995г.