

форм. В зависимости от условий обитания они прирастают в год от 0,25 до 1 мм. Возраст некоторых накипных видов, обитающих в Антарктиде, достигает 10000 лет. Листоватые формы прибавляют в год 1-3 мм, кустистые 2-7 мм. Рост всех форм лишайников, в зависимости от условий обитания, может колебаться, замедляясь или увеличиваясь.

Под воздействием токсических агентов происходят биохимические изменения. Характерной биохимической реакцией лишайников, происходящей под воздействием поллютантов, является деградация хлорофилла и снижение интенсивности его синтеза.

Нами установлено, что при повышении степени загрязнения атмосферного воздуха первыми исчезают кустистые жизненные формы лишайников, затем листоватые, и в последнюю очередь – накипные. Мы можем сделать вывод, что видовое разнообразие лишайников и частота встречаемости жизненных форм увеличивается при удалении от автомобильных дорог, возрастает и степень их проективного покрытия слоевищами стволов деревьев. Обследовав исследуемые районы, мы установили, что наиболее чистым является национальный парк «Беловежская пуща» – (ОЧА = 0,656), а самый загрязненный – по улице Советской Конституции (ОЧА = 0,164). Метод лишайноиндикации позволил нам установить степень загрязнения придорожных территорий на различном удалении от дорог с разной интенсивностью движения транспорта. Учитывая высокую загрязненность атмосферного воздуха вдоль автомобильных дорог, мы рекомендуем использовать для отдыха и прогулок людей, размещения детских игровых площадок более удаленные территории, а к парковой зоне микрорайона относиться бережно.

Один из способов для уменьшения загрязнения атмосферы – перевод автомобилей на использование природного газа, который полностью сгорает и содержание окиси углерода в выхлопных газах снижается в 5-6 раз, окиси азота – в 1,5 раза, сажи в сотни раз.

УДК 582.29

*Корогода П.И.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Яловая Н.П.*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИШАЙНОИНДИКАЦИИ**

Вопрос чистоты атмосферы на сегодняшний день является весьма важным. Целью настоящей работы является определение чистоты воздуха в исследуемых районах методом лишайноиндикации, чтобы усилить внимание к проблеме чистоты воздуха.

Хотя в Беларуси за период 2007-2011 гг. прослеживается устойчивая тенденция снижения уровня загрязнения воздуха поллютантами, мы решили провести собственное исследование.

Для определения чистоты воздуха мы использовали метод лишайноиндикации – изучение загрязнения воздуха при помощи лишайников. Лишайники – широко распространенные организмы с достаточно высокой выносливостью к климатическим факторам и чувствительностью к загрязнителям окружающей среды. Рассматривая высокую выносливость к климатическим факторам, можно отметить определённый момент: лишайники способны долгое время пребывать в сухом, почти обезвоженном состоянии, когда их влажность составляет от 2% до 10% сухой массы. При этом они не погибают, а лишь приостанавливают все жизненные процессы до первого увлажнения. Погрузившись в такой «анабиоз», лишайники могут выдерживать сильное солнечное облучение, сильное нагревание и охлаждение. Рассматривая высокую чувствительность к загрязнителям окружающей среды, хочется обратиться к истории: первые сообщения о массовой гибели

лишайников в областях промышленно развитых городов появились во второй половине XIX века. Основной причиной являлось увеличение содержания диоксида серы в воздухе, т.к. лишайники наиболее резко реагируют на диоксид серы. Из-за того, что лишайники являются организмами-биоиндикаторами, их высокая чувствительность к загрязнениям вызвана тем, что взаимодействие их компонентов легко нарушить. Из воздуха или с дождём поступают без всяких препятствий в лишайник вместе с питательными и токсичные вещества, которые вызывают физиологические нарушения и морфологические изменения, это происходит потому, что лишайники не имеют никаких специальных органов для извлечения влаги из субстрата, а поглощают её всем телом. Поглощение элементов из дождевой воды идет очень быстро и сопровождается их концентрированием. При повышении концентрации соединений металлов в воздухе резко возрастает их содержание в слоевищах лишайников, причем в накоплении металлов они далеко опережают сосудистые растения. Поэтому они особенно уязвимы к загрязнению воздуха. В лесу, где осадки проходят сквозь кроны деревьев и стекают со стволов, лишайники гораздо богаче минеральными и органическими веществами, чем на открытых местах. Особенно много минеральных и органических веществ попадает в тело эпифитных лишайников, растущих на стволах деревьев. Эти растения используются для наблюдения за распространением в атмосфере более 30 химических элементов. Сильное загрязнение атмосферы приводит к тому, что лопасти лишайников окрашиваются в беловатый, коричневый или фиолетовый цвет, их талломы сморщиваются, и растения погибают.

В связи с тем, что экологическая ситуация на Земле ухудшается, многие лишайники начали исчезать, а в дальнейшем их стали заносить в Красные книги различных государств. Во втором издании Красной книги Беларуси, которое было выпущено в 1993 году, было 17 видов лишайников. Новое издание Красной книги Беларуси вышло в 2006 году. Представители флоры Беларуси представлены 274 видами: было исключено 4 и добавлено 11 видов лишайников, лишайников стало – 24 вида.

Исследования проводились в 2011 году в Беловежской пуще и в 4-х районах города Бреста: по улице Карбышева, по улице Сикорского, по улице Советской Конституции, городском парке имени «1 Мая».

Задача исследования состояла в том, чтобы определить относительную чистоту атмосферы (ОЧА) по состоянию лишайников, а также степень покрытия лишайниками деревьев, произрастающих в этих районах по пятибалльной шкале.

Для оценки загрязнения атмосферы конкретной магистрали, улицы или парка описывали лишайники, которые растут на деревьях по обеим сторонам улицы или аллеи парка на каждом третьем, пятом дереве. Пробная площадка ограничивалась на стволе рамкой размером 10 x 10 см, которая разделена внутри на квадраты по 1 см<sup>2</sup>.

Отмечали, какие виды лишайников встретились на площадке, какой процент общей площади рамки занимает каждый растущий там вид. Для обработки данных использовали таблицу 1:

Таблица 1 – Оценка степени покрытия деревьев лишайниками

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

Таким образом, для каждой площадки описания и для каждого типа роста лишайников – кустистых, листоватых и накипных – выставляются баллы покрытия.

В ходе работы, исследуя по 50 деревьев в каждом районе в различные периоды года (летом, зимой), делается расчет покрытия для каждого типа роста лишайников – накипных, листоватых и кустистых. Далее рассчитали показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА):

$$ОЧА = \frac{\frac{H}{D} + 2 \cdot \frac{Л}{D} + 3 \cdot \frac{К}{D}}{30}$$

где H – количество накипных лишайников (сумма баллов оценки); Л – количество листоватых лишайников (сумма баллов оценки); К – количество кустистых лишайников (сумма баллов оценки); Д – количество обследуемых деревьев.

Чем выше показатель ОЧА, т.е. ближе к единице, тем чище воздух местообитания.

По улице Карбышева летом степень покрытия лишайниками составляет:

накипных – 112 баллов, а листоватых – 82 балла.

$$\text{Показатель летнего значения ОЧА: } ОЧА_{1,л} = \frac{\frac{112}{50} + 2 \cdot \frac{82}{50}}{30} = 0,184$$

По улице Карбышева зимой степень покрытия лишайниками составляет:

накипных – 102 балла, а листоватых – 69 баллов.

$$\text{Показатель зимнего значения ОЧА: } ОЧА_{1,з} = \frac{\frac{102}{50} + 2 \cdot \frac{69}{50}}{30} = 0,16$$

По улице Карбышева показатель среднего значения  $ОЧА_{ср1} = 0,172$ .

По улице Сикорского летом степень покрытия лишайниками составляет:

накипных – 119 баллов, а листоватых – 86 баллов.

$$\text{Показатель летнего значения ОЧА: } ОЧА_{2,л} = \frac{\frac{119}{50} + 2 \cdot \frac{86}{50}}{30} = 0,194$$

По улице Сикорского зимой степень покрытия лишайниками составляет:

накипных – 100 баллов, а листоватых – 72 балла.

$$\text{Показатель зимнего значения ОЧА: } ОЧА_{2,з} = \frac{\frac{100}{50} + 2 \cdot \frac{72}{50}}{30} = 0,163$$

По улице Сикорского показатель среднего значения  $ОЧА_{ср2} = 0,179$ .

По улице Советской Конституции летом степень покрытия лишайниками составляет:

накипных – 108 баллов, а листоватых – 78 баллов.

$$\text{Показатель летнего значения ОЧА: } ОЧА_{3,л} = \frac{\frac{108}{50} + 2 \cdot \frac{78}{50}}{30} = 0,176$$

По улице Советской Конституции зимой степень покрытия лишайниками составляет:

накипных – 99 баллов, а листоватых – 64 балла.

$$\text{Показатель зимнего значения ОЧА: } ОЧА_{3,з} = \frac{\frac{99}{50} + 2 \cdot \frac{64}{50}}{30} = 0,151$$

По улице Советской Конституции показатель среднего значения  $ОЧА_{ср3} = 0,164$ .

По городскому парку культуры и отдыха имени «1 Мая» летом степень покрытия лишайниками составляет: накипных – 151 балл, а листоватых – 99 баллов.

$$\text{Показатель летнего значения ОЧА: } ОЧА_{л} = \frac{151 + 2 \cdot 99}{30} = 0,233$$

По городскому парку культуры и отдыха имени «1 Мая» зимой степень покрытия лишайниками составляет: накипных – 144 балла, а листоватых – 91 балл.

$$\text{Показатель зимнего значения ОЧА: } ОЧА_{з} = \frac{144 + 2 \cdot 91}{30} = 0,217$$

По городскому парку культуры и отдыха имени «1 Мая» показатель среднего значения  $ОЧА_{ср4} = 0,225$ .

По национальному парку «Беловежская пуща» средняя степень покрытия лишайниками составляет:

накипных – 138 баллов, листоватых – 183 балла, а кустистых – 160 баллов.

По национальному парку «Беловежская пуща» средний показатель значения ОЧА:

$$ОЧА_{ср5} = \frac{138 + 2 \cdot 183 + 3 \cdot 160}{30} = 0,656$$

По результатам лихеноиндикационных исследований степень относительной частоты атмосферы (ОЧА) по состоянию лишайников можно оценить на «удовлетворительно» в 4-х районах города:

- 1) по улице Советской Конституции  $ОЧА_{ср3} = 0,164$ .
- 2) по улице Карбышева  $ОЧА_{ср1} = 0,172$ .
- 3) по улице Сикорского  $ОЧА_{ср2} = 0,179$ .
- 4) в парке «1 Мая»  $ОЧА_{ср4} = 0,225$ .

А также на «достаточно чистый воздух» по степени ОЧА в районе Беловежской пущи  $ОЧА = 0,656$ .

При повышении загрязнённости воздуха исчезают первыми – кустистые лишайники; за ними – листоватые; последними – накипные. Определяя степень покрытия лишайников по пятибалльной шкале, накипные и листоватые лишайники были обнаружены во всех исследуемых районах. Кустистые лишайники были обнаружены только на территории Беловежской пущи. Т.к. кустистые лишайники произрастают в наиболее чистой среде, следовательно, Беловежская пуща является наиболее благоприятной для произрастания накипных, листоватых, кустистых лишайников, т.е. воздух чище, чем в 4-х районах г. Бреста.

При «пассивном мониторинге» учитывается частота встречаемости лишайников в исследуемой местности, по которой делаем вывод о качестве воздуха в данном месте (табл. 2).

Имеется прямая связь между ОЧА и средней концентрацией диоксида серы в атмосфере. Концентрация диоксида серы  $0,5 \text{ мг/м}^3$  губительна для всех видов лишайников. По данным наших исследований, в 4-х районах города Бреста концентрация диоксида серы составляет от  $0,3 \text{ мг/м}^3$  до  $0,05 \text{ мг/м}^3$ . В Беловежской пуще концентрация диоксида серы составляет самое низкое значение, менее  $0,05 \text{ мг/м}^3$ , это объясняет произрастание там кустистых лишайников и говорит о более чистой атмосфере.

Таблица 2 – Встречаемость лишайников в исследуемых районах в зависимости от среднего количества диоксида серы в воздухе.

Зоны лишайников	Исследуемый район	Концентрация диоксида серы
„Лишайниковая пустыня“ (лишайники практически отсутствуют)	нет	Свыше 0,3 мг/м <sup>3</sup>
„Зона угнетения“ (флора бедна – фисции, леканоры, сантории)	г. Брест: ул. Советской Конституции; ул. Карбышева; ул. Сикорского; парк «1 Мая»	0,3-0,05мг/м <sup>3</sup>
„Зона нормальной жизнедеятельности“ (максимальное видовое разнообразие; встречаются в том числе и кустистые виды – уснеи, анаптии, алектории)	Беловежская пуца	Менее 0,05 мг/м <sup>3</sup>

В результате исследований можно сделать основные выводы: лишеноиндикация – один из доступных методов экологического мониторинга. Исследуемые улицы города Бреста входят в зону лишайников, которая является «Зоной угнетения», а Беловежская пуца – «Зона нормальной жизнедеятельности». Результаты проведённых исследований показали, что исследуемые районы расположились по ухудшению качества воздуха (от самого «чистого» исследуемого района – до самого «загрязнённого») в определённом порядке: национальный парк «Беловежская пуца»; г.Брест: городской парк культуры и отдыха имени «1 Мая», улица Сикорского; улица Карбышева; улица Советской Конституции. С целью повышения ОЧА необходимо увеличить степень озеленения в районах города. Необходимо использование серных (различных) фильтров на промышленном оборудовании и каталитических нейтрализаторов в автомобилях с целью уменьшения загрязнения воздуха. Целесообразен переход на использование электродвигателей.

УДК 581.19+577

Лещеня В.А.

Научный руководитель: асс. Кобринец Л.А.

### ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Загрязнение окружающей среды и, как следствие, воздействие тяжелых металлов на растения становится все более острой проблемой во всем мире.

Тяжелые металлы (Cu, Ni, Co, Pb, Sn, Zn, Cd, Bi, Sb, Hg) относятся к микроэлементам. То есть химическим элементам, присутствующим в организмах в низких концентрациях (обычно тысячные доли процента и ниже).

Присутствие тяжелых металлов в среде в опасных количествах отражается на течении целого ряда процессов в растениях. При увеличении содержания металлов в почве снижается общая биологическая активность растений, и это резко отражается на их росте и развитии, причем разные растения реагируют на избыток металлов по-разному. Металлы распределяются по органам растений неравномерно. Однако в одной и той же части растения концентрация химических элементов существенно изменялась в зависимости от фазы его развития и возраста. В наибольшей степени металлы накапливались в листьях. Это обусловлено многими причинами, одна из которых – локальное накопле-