

УДК 33.877.3:504.3.054(574)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИНДИКАТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Бозшатаева Г.Т., Касымбекова А.И., Оспанова Г.С., Турабаева Г.К., Кыдыралиева М.Б.

*Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент,
e-mail: bozshataeva69@mail.ru*

Многочисленные работы по лишеноиндикации выявили такие закономерности: чем больше загрязнен городской воздух, тем меньше разновидностей населяющих его лишайников и тем меньше площадь покрытия ими стволов деревьев. Доказано, что хвойные растения обладают высокой чувствительностью к загрязнению окружающей среды. Особенно негативно на них влияет сернистый газ. Обычно продолжительность жизни хвои у сосны обыкновенной составляет от трех до четырех лет. Влияние сернистого газа у сосны обыкновенной вызывает такие изменения: уменьшение срока жизни хвои, отмирание побегов, опад кроны и даже появление некрозов. Опираясь на данные, что лишайники и сосна обыкновенная могут быть использованы как биоиндикаторы окружающей среды, авторы использованы эти растения в качестве объектов исследования. Результаты изучения лишайников и сосны обыкновенной в качестве биоиндикаторов для оценки состояния атмосферного воздуха г. Шымкента показали следующее: 1) биоиндикаторами загрязнения атмосферного воздуха города могут служить следующие лишайники: пармелия, уснея, анаптихия; 2) биоиндикатором загрязнения атмосферного воздуха города также может служить сосна обыкновенная; 3) вышеуказанные биоиндикаторы могут быть использованы в качестве основы для мониторинга атмосферного воздуха г. Шымкента.

Ключевые слова: атмосферный воздух, биоиндикатор, лишеноиндикация, сосна обыкновенная, хвоя, усыхание, город Шымкент

USE OF BIOINDICATORS FOR ASSESSMENT OF THE CONDITION OF ATMOSPHERIC AIR

Bozshataeva G.T., Kasymbekova A.I., Ospanova G.S., Turabaeva G.K., Kydyralieva M.B.

The Southern Kazakhstan State University of M. Auezov, Shymkent, e-mail: bozshataeva69@mail.ru

Numerous works on a likhenoindikation have revealed such regularities: the more city air is polluted, the version is less, the lichens inhabiting it and the area of a covering them is less than trunks of trees. It is proved that coniferous plants have high sensitivity to environmental pollution. Especially sulphurous gas has negative effect on them. Usually life expectancy of needles at a pine ordinary makes from three to four years. Influence of sulphurous gas ordinary causes such changes in a pine: reduction of term of life of needles, dying off of escapes, kroner and even emergence of necroses. Being based on the data that lichens and a pine ordinary can be used as environment bioindicators, these plants by us have been used as research objects. Results of studying of lichens and pine ordinary as bioindicators for assessment of a condition of atmospheric air of Shymkent have shown the following: 1) the following lichens can serve as bioindicators of pollution of atmospheric air of the city: Parmeliya, Usney, Anaptikhiya; 2) as the bioindicator of pollution of atmospheric air of the city the pine ordinary can also serve. 3) the above-stated bioindicators can be used as a basis for monitoring of atmospheric air of Shymkent.

Keywords: atmospheric air, bioindicator, likhenoindikation, pine ordinary, needles, usykhaniye, city of Shymkent

Хорошими индикаторами загрязнения атмосферного воздуха являются растения, так как они в большей степени поражаются загрязненным воздухом и сильнее реагируют на те концентрации большинства вредных примесей, которые у людей и животных не оставляют видимых явлений отравления.

Растения реагируют на концентрацию загрязняющих веществ, длительность их воздействия, а также относительная восприимчивость к загрязнителям зависит от их вида и стадии физиологического развития [1, 2].

Выделяют три стадии повреждений хвои сосны: повреждаются только хлоропласты, повреждаются и другие органеллы, органеллы исчезают или превращаются в бесструктурную массу.

В качестве биоиндикационных признаков можно использовать различные призна-

ки. Например, разрушение пигментов в хвое сосны, преждевременное ее старение.

Биоиндикацию можно проводить по различным морфологическим, анатомическим параметрам. Индикаторными признаками является наличие хлорозов и некрозов, изменение размеров листьев, а также преждевременное опадение листвы [3].

Накопление токсических веществ в атмосфере вызывает у лишайников изменения формы слоевища и уменьшение образования плодовых тел.

Цель исследования: использование биоиндикаторов для оценки состояния атмосферного воздуха г. Шымкента.

Определили следующие задачи исследования:

1) изучение видового состава лишайников г. Шымкента;

2) влияние атмосферного воздуха на лишайники и хвою сосны обыкновенной, произрастающих в г. Шымкенте;

3) эффективность использования лишайников и хвои сосны в качестве биоиндикаторов атмосферного воздуха г. Шымкента.

Материалы и методы исследования

Лишайники очень чувствительны к составу субстрата, составу воздуха и микроклиматическим условиям проживания.

В качестве субстрата лишайники используют различные деревья. В лишайниковой индикации для оценки загрязнения воздуха окружающей среды выбирается вид дерева, который доминирует на исследуемой территории.

Методы оценки загрязнения атмосферы по встречаемости лишайников в окружающей среде основаны на нижеследующих закономерностях:

1. Частота встречаемости видов лишайников зависит от степени загрязнения воздуха.

2. Степень загрязненности воздуха влияет на площадь покрытия лишайниками стволов деревьев.

3. Самыми чувствительными к загрязнению являются кустистые лишайники, затем листовые и менее чувствительными – накипные.

Используя эти закономерности, можно оценить загрязненность воздуха на исследуемой территории [4].

Использование лишайников как биоиндикаторов основывается на следующих факторах:

1. Встречаемости – степени равномерности распределения лишайников на деревьях. Наличие конкретного вида лишайников на десяти деревьях свидетельствует о равномерном распространении.

2. Проективном покрытии – площади, занятой проекциями слоевищ лишайников. Визуально учитывается отношение проекции слоевища к общей площади исследования, принимаемой за 100%.

3. Обилию вида – количественный показатель распределения его в фитоценозе, которое определяется соотношением встречаемостью видов лишайников и проективным покрытием ими коры деревьев.

Затем делается расчет средних значений показателей встречаемости и покрытия для каждого типа таллома лишайников – накипных (Н), листоватых (Л) и кустистых (К).

На основе средних значений показателей встречаемости и покрытия рассчитывается показатель относительной чистоты воздуха (ОЧВ) согласно нижеследующей формуле:

$$ОЧВ = (Н + 2Л + 3К)/30,$$

где ОЧВ – относительная чистота воздуха; Н – среднее значение показателей встречаемости и покрытия накипных лишайников; Л – среднее значение показателей встречаемости и покрытия листоватых лишайников; К – среднее значение показателей встречаемости и покрытия кустистых лишайников.

Методика биоиндикации чистоты воздуха по состоянию хвои сосны опиралась на следующее: материал для исследования подготавливался заранее. Срезанные ветви деревьев сосны обыкновенной примерно одного возраста, на высоте 2 м со средней части кроны, произрастающих в районе активного движения транспорта.

Контролем служили ветви одновозрастных деревьев сосны обыкновенной, отобранных в «чистой зоне» – областном дендропарке.

Классы повреждения и усыхания хвои определялись по стандартной методике.

На рисунке показаны повреждения и усыхание хвои сосны обыкновенной. Повреждения хвои сосны обыкновенной отмечаются по следующей шкале: 1 а – хвоинки без пятен; 2 а – с небольшим числом мелких пятнышек; 3 а – с большим числом черных и желтых пятен.

Усыхание хвои сосны обыкновенной также отмечаются по шкале: 1 б – нет сухих участков; 2 б – кончик усох на 2–5 мм; 3 б – усохла треть хвоинки; 4 б – вся хвоинка усохла или более половины её длины.

Для исследования с нескольких боковых побегов 10 деревьев сосны обыкновенной отбирались по 200 пар хвоинок второго и третьего года жизни. Отобранная хвоя делилась на три категории: неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания, затем подсчитывалось число хвоинок в каждой категории. Кроме этого измерялась длина побегов, число почек.

Сосна обыкновенная особенно чувствительна к сернистому газу. Обычно продолжительность жизни хвои у сосны составляет до 3–4-х лет. За этот период она накапливает такое количество сернистого газа, которое может превысить предельно допустимые нормы [5].



Повреждения и усыхание хвои сосны обыкновенной

Таблица 1

Распространение лишайников по районам г. Шымкента

Распространение лишайников	Район города	Концентрация сернистого газа
Лишайники практически отсутствуют	ул. Тауке-хана (центр города с сильно загрязненным воздухом)	Свыше 0,3 мг/куб.м
Лишайники встречаются в небольшом количестве – леканоры, ксантории	ул. Желтоксан (район города со средней степенью загрязненности воздуха)	0,05–0,3 мг/куб.м
Лишайники встречаются в разнообразном виде: в том числе и кустистые виды – уснеи, анаптихии, пармелия)	Областной дендропарк (относительно «чистый район» города)	Менее 0,05 мг/куб.м

Сернистый газ приводит у сосны к следующим изменениям:

- 1) значительно уменьшается продолжительности жизни хвои;
- 2) наблюдается отмирание побегов;
- 3) существенно уменьшается ширина годичных колец;
- 4) заметно редет крона;
- 5) приводит к некрозу тканей.

Поражение растений отравляющими веществами зависит от влажности воздуха и насыщенности хвои водой. Влажные хвоинки сосны обыкновенной поглощают сернистый газ в несколько раз больше, чем сухие. Деревья сосны обыкновенной интенсивно накапливают в тканях серу. Как правило, молодые хвоинки активнее поглощают сернистый газ, по сравнению со старыми. Фотосинтез у этих деревьев полностью прекращается. Загрязняющие воздух вещества вызывают некроз тканей хвоинок сосны обыкновенной. Некрозы бывают нескольких видов: краевой некроз; срединный некроз; при точечном некрозе происходит отмирание тканей по всей поверхности хвоинки.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение видового состава лишайников г. Шымкента показало, что на территории города обитают в основном 5 следующих видов:

1. Ксантория (*Xanthoria parietina*).
2. Уснея (*Usnea* sp.).
3. Леканора (*Lecanora* sp.).
4. Пармелия (*Parmelia* sp.).
5. Анаптихия реснитчатая (*Anaptychia siliaris*).

В табл. 1 показана встречаемость лишайников в разных частях города в зависимости от среднего количества диоксида серы в воздухе.

В табл. 2 иллюстрируется частота встречаемости лишайников на территории г. Шымкента.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Шымкента проводилась по состоянию хвои сосны обыкновенной, произрастающих на улицах города Шымкента

(Тауке-хана и Желтоксан) и в областном дендропарке.

Таблица 2

Частота встречаемости лишайников на территории г. Шымкента

Название лишайника	Частота встречаемости
Ксантория	55%
Леканора	30%
Пармелия	10%
Уснея	3%
Анаптихия	2%

С ветвей 20 деревьев сосны обыкновенной были отобраны побеги одинаковой длины.

С них собирали хвою и визуальным анализировали ее состояние. Степень повреждения хвои определили по наличию хлоротичных пятен, некротических точек, некрозов и т.д.

Вычислялся показатель обесхвоенности кроны. Расчет показателя производился по формуле

$$f = \frac{B_2 + 2B_3 + 3B_4 + 4B_5 + 5B_6}{5(B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6)},$$

где f – показатель обесхвоенности кроны деревьев, а $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$ – количество деревьев с соответствующим состоянием кроны.

Также определялось состояние генеративных органов сосны обыкновенной:

а) подсчитывалось число сформировавшихся почек на 3-х ветвях каждого из 20-ти деревьев;

б) измерялись длина и толщина почек.

Результаты изучения повреждения хвои сосны обыкновенной в разных районах города Шымкента показаны в табл. 3.

Результаты исследования усыхания хвои сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента отражены в табл. 4.

Таблица 3

Повреждение хвои сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента

Состояние хвои	Областной дендропарк		Улицы Тауке-хана и Желтоксан	
	Количество хвоинок	% хвоинок от общего числа	Количество хвоинок	% хвоинок от общего числа
Количество обследованных хвоинок	200	100%	200	100%
Повреждения хвои:				
1-го класса	184	92%	136	68%
2-го класса	16	8%	44	22%
3-го класса	–	–	20	10%

Таблица 4

Усыхание хвои сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента

Состояние хвои	Областной дендропарк		Улицы Тауке-хана и Желтоксан	
	Количество хвоинок	% хвоинок от общего числа	Количество хвоинок	% хвоинок от общего числа
Усыхание хвои:				
1-го класса	200	100%	144	72%
2-го класса	–	–	40	20%
3-го класса	–	–	16	8%

Таблица 5

Состояние кроны сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента

Состояние кроны	Количество деревьев	
	Областной дендропарк	Улицы Тауке-хана и Желтоксан
Обследовано деревьев, в т.ч.	20	20
Деревья с густой зеленой кроной, отмечается отмирание ветвей в нижней части кроны (B1)	19	14
Деревья со слабоажурной кроной, отмечается усыхание ветвей в нижней трети кроны (B2)	1	3
Деревья с ажурной кроной; отмечаются сухие ветки в средней и верхней частях кроны (B3)	–	2
Деревья с сильно изреженной кроной или с небольшим количеством живых ветвей (B4)	–	1
Деревья со свежим сухостоем, усыхание ветвей произошло в текущем году (B5)	–	–
Деревья со старым сухостоем, усыхание деревьев произошло в прошлые годы (B6)	–	–

Таблица 6

Состояние генеративных органов сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента

Район города	Количество почек (шт.)	Длина почек (мм)	Толщина почек (мм)
Областной Дендропарк	7	5	4
Улицы Тауке-хана и Желтоксан	4	3	2

Табл. 5 отражает результаты изучения состояния кроны сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента.

Данные о состоянии генеративных органов сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента приведены в табл. 6.

Выводы

Результаты изучения лишайников и сосны обыкновенной в качестве биоиндикаторов для оценки состояния атмосферного воздуха г. Шымкента показали следующее:

1) биоиндикаторами загрязнения атмосферного воздуха города могут служить следующие лишайники: пармелия, уснея, анаптия;

2) биоиндикатором загрязнения атмосферного воздуха города также может служить сосна обыкновенная;

3) вышеуказанные биоиндикаторы могут быть использованы в качестве основы

для мониторинга атмосферного воздуха г. Шымкента.

Список литературы

1. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие / О.А. Ляшенко. – СПб.: ГТУРП, 2012. – 67 с.
2. Чукаева Н.В. Некоторые аспекты использования методик биоиндикации // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 8. – С. 78–79.
3. Биоиндикация, ее уровни [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/22458.html>.
4. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л.Г. Бязров. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.
5. Ковылина О.П. Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной в зоне техногенного загрязнения / О.П. Ковылина, И.А. Зарубина, А.Н. Ковылин // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – № 3. – С. 284–289.