

DOI 10.37882/2223–2966.2023.04.18

ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) КАК МЕТОД БИОИНДИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ASSESSMENT OF MORPHOLOGICAL INDICATORS OF THE STATE OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) AS A METHOD OF BIOINDICATION OF POLLUTION OF TECHNOGENIC TERRITORIES

L. Kubrina

Summary. The article considers the possibility of using scots pine as a bioindicator of pollution of technogenic territories. The features of morphological indicators of the condition of the Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.), such as shrinkage and damage to needles, were studied. It was revealed that the most polluted area is Bogdan Khmel'nitsky Street.

Keywords: bioindication, atmospheric air pollution, scots pine, biological monitoring, technogenic territories.

Кубрина Людмила Васильевна

Омский государственный педагогический университет
kubrina-lyudmila@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования сосны обыкновенной в качестве биоиндикатора загрязнённости техногенных территорий. Были изучены особенности морфологических показателей состояния сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) таких как усыхания и повреждения хвои. Выявлено, что наиболее загрязнённый участок является ул. Богдана Хмельницкого.

Ключевые слова: биоиндикация, загрязнение атмосферного воздуха, сосна обыкновенная, биологический мониторинг, техногенные территории.

Город Омск является городом — миллионником и в нём располагается немало количество крупных производств, это тесно связано с экологической ситуацией, которая в нём складывается. При этом контроль над развитием геохимического фона, вызванным влиянием факторов техногенного характера, развит недостаточно [1,3,7,10].

Ещё в древние века учёные обратили внимание на связь, существующую между обликом растения и условиями их произрастания. В лесной полосе России наиболее подвержены влиянию загрязнения воздуха сосновые леса. Поэтому именно сосна является наиболее существенным индикатором антропогенного загрязнения, который ныне применяется как «эталон биоиндикации».

Данные по морфологическому и анатомическому изменению, а также продолжительности жизни хвои являются в большей степени информативными [2, 4, 9, 11]. В лесных незагрязнённых экосистемах главенствующий участок хвои сосны находится в состоянии нормы и какие-либо повреждения на нём отсутствуют, только несущественная часть хвоинок имеет светло — зелёные пятна и микроскопических размеров некро-

тические вкрапления. В условиях с загрязнённой атмосферой развиваются повреждения, а также в целом падает уровень продолжительности жизни хвои сосны [5,6,8,12].

Сосна выбрана как биоиндикатор не просто так, тому служил ряд причин. Одной из причин является то, что в лесной полосе России наиболее подвержены антропогенному загрязнению именно сосновые леса. Вместе с этим сосна является вечнозелёным деревом, что позволяет отслеживать уровень загрязнения в любое время года [13,14].

Цель работы

Изучить картину загрязнения атмосферного воздуха в г. Омске путём сравнения показателей состояния хвои сосны обыкновенной (*Pinus Sylvestris* L.) в разных административных округах города с фоновым участком (р.п. Большеречье).

Методы

Исследования по изучению состояния соснового древостоя проводились на следующих участках:



Рис. 1. Сравнительная оценка состояния хвои (по классам повреждения) на разных участках.

- Участок № 1: р.п. Большеречье (дендропарк);
- Участок № 2: г. Омск, Кировский округ (парк Победы);
- Участок № 3: г. Омск, Советский округ (БУЗОО ГП № 11);
- Участок № 4: г. Омск, Октябрьский округ (ул. Богдана Хмельницкого);
- Участок № 5: г. Омск, Ленинский округ (сквер на площади Серова);
- Участок № 6: г. Омск, Центральный округ (сквер им. 30-летия ВЛКСМ);
- Участок № 7: г. Омск (буферные пруды).

Статистический анализ полученных данных проводился с помощью общепринятых методик и с использованием программы Microsoft Office Excel.

С каждого участка для определения состояния хвои были взяты 3 модели, с которых была собрана хвоя предыдущего года жизни в количестве 100 штук с каждой модели. После чего в ходе визуального осмотра была выявлена степень повреждения хвои по наличию некротических пятен.

Результаты исследования и их обсуждения

Данные о состоянии хвои (по классам повреждения) с исследуемых участков представлены на рисунке 1. Анализируя данные о состоянии хвои (по классам по-

вреждения) можно сделать вывод, что менее всего хвоя повреждена на участке № 1 (р.п. Большеречье — 83,7%). Наибольшее число повреждённых хвоинок было отмечено на участке № 4 (ул. Богдана Хмельницкого — 32,2%).

Данные о состоянии хвои (по классам усыхания) с исследуемых участков представлены на рисунке 2. Из показателей состояния хвои (по классам усыхания) следует, что менее всего хвоя подвержена усыханию на участке № 1 (р.п. Большеречье — 73%). Наибольшее число усохших хвоинок отмечено на участке № 4 (ул. Богдана Хмельницкого — 36%).

На участке был визуально осмотрен сосновый древостой возраста 10–15 лет. Для осмотра были выбраны здоровые деревья, для исключения случайных факторов, например, вредителей (хрущ, сосновая совка и т.д.). На каждом дереве была измерена длина центрального побега между верхними мутовками (т.е. прирост последних лет) и определена средняя величина прироста за последний год на каждом участке.

Данные о величине прироста побегов с исследуемых участков представлены на рисунке 3.

В р.п. Большеречье самый большой прирост наблюдался в 2022 году и составлял в среднем 58,27 см. Наименьший прирост побегов был отмечен в 2019 году и составлял в среднем 32,13 см.



Рис. 2. Сравнительная оценка состояния хвои (по классам усыхания) на разных участках.



Рис. 3. Средние показатели величины прироста побегов на разных участках.

Таблица 1. Коэффициент Стьюдента для разных участков за 2022 год

Ключевые участки	Р.п. Большеречье	Парк Победы	БУЗОО ГП № 11	Ул. Богдана Хмельницкого	Сквер на площади Серова	Сквер им. 30-летия ВЛКСМ	Буферные пруды
Р.п. Большеречье		4,89	5,02	5,14	4,48	4,83	3,92
Парк Победы	4,89		0,50	0,14	0,75	0,08	1,5
БУЗОО ГП № 11	5,02	0,50		0,02	1,2	0,57	1,88
Ул. Богдана Хмельницкого	5,14	0,14	0,02		1,28	0,62	1,98
Сквер на площади Серова	4,48	0,75	1,2	1,28		0,66	0,8
Сквер им. 30-летия ВЛКСМ	4,83	0,08	0,57	0,62	0,66		1,41
Буферные пруды	3,92	1,5	1,88	1,98	0,8	1,41	

Среднегодовой прирост побегов сосны обыкновенной в условиях Парка Победы. По измеренным данным среднегодового прироста модельных деревьев определили, что максимальный среднегодовой прирост отмечен в 2021 году, который на 0,2 см. превосходит данные 2022 года и составляет 34,5 см. Минимальный среднегодовой прирост составил 26,3 см. и наблюдался в 2019 году

Среднегодовой прирост побегов сосны обыкновенной на территории БУЗОО ГП № 11. По измеренным данным среднегодового прироста модельных деревьев определили, что максимальный среднегодовой прирост практически равномерно распределён между 2021 и 2022 годами, в 2022 г. прирост составил 32,2 см., что на 0,1 см. превосходит данные 2021, когда он составлял 32,1 см. Минимальный среднегодовой прирост составил 25,3 см. и наблюдался в 2019 году.

Среднегодовой прирост побегов сосны обыкновенной в условиях ул. Богдана Хмельницкого. По измеренным данным среднегодового прироста модельных деревьев определили, что максимальный среднегодовой прирост составил 32,1 см. и наблюдался в 2022 году, а минимальный 25,3 см. в 2019 году.

Среднегодовой прирост побегов сосны обыкновенной в сквере на площади Серова. По измеренным данным среднегодового прироста модельных деревьев определили, что максимальный среднегодовой прирост составил 37,0 см. в 2022 году, а минимальный 24,3 см. в 2019 году.

Прирост последнего года (2022 г.) по высоте на загрязнённых участках сравнительно ниже, чем на контрольном:

1. Уч. № 1 — Уч. № 2 (прирост ниже на 41,2%);
2. Уч. № 1 — Уч. № 3 (прирост ниже на 44,8%);
3. Уч. № 1 — Уч. № 4 (прирост ниже на 44,9%);
4. Уч. № 1 — Уч. № 5 (прирост ниже на 36,5%);
5. Уч. № 1 — Уч. № 6 (прирост ниже на 40,7%);
6. Уч. № 1 — Уч. № 7 (прирост ниже на 31,9%).

Заключение

Проанализировав данные по состоянию хвои на ключевых участках нужно отметить, что на территории дендропарка (р.п. Большеречье) вычислен наибольший процент класса № 1 как повреждения (83,7%), так и усыхания (73%), следовательно, эта территория

менее всего подвержена антропогенному влиянию. Более подверженной антропогенному влиянию, исходя из этих параметров, можно считать ул. Богдана Хмельницкого, именно там отмечен самый низкий процентный показатель 1-го класса повреждения (32,3%) и усыхания (36%) хвои.

Самая большая разница в приросте последнего года по высоте была выявлена между участками № 1 и № 4

(44,9%) и между участками № 1 и № 3 (44,8%). Следовательно, более загрязненными участками по этому параметру можно считать ул. Богдана Хмельницкого и территорию БУЗОО ГП № 11.

Исходя из всех исследуемых параметров сосны обыкновенной можно сделать вывод, что наиболее подверженной антропогенному влиянию территорией по всем показателям является ул. Богдана Хмельницкого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адайкина Д.Д. Обзор растительных биоиндикаторов. Актуальные вопросы теории и практики развития научных исследований. Сборник статей Международной научно-практической конференции (Уфа, 24 декабря 2019 г.). — Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2019. — С.47–51
2. Батдыев Ю.С., Кулемин А.А. Методика биоиндикации окружающей природной среды // Экологический вестник России. 2001. № 4. — С. 27–29.
3. Биомониторинг состояния окружающей среды: учеб. пособие / под ред. И.С. Белюченко, Е.В. Федоненко, А.В. Смагина. Краснодар: КубГАУ, 2014. — 153 с.
4. Бозшатаева Г.Т., Касымбекова А.И., Оспанова Г.С. Использование биоиндикаторов для оценки состояния атмосферного воздуха // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 12–2. — С. 302–306.
5. Буйволов, Ю.А. Методика оценки жизненного состояния леса по сосне/ Ю.А. Буйволов, М.В. Кравченко, А.С. Боголюбов — Экосистема, 1998. — 25с.
6. Воронцов, А.И. Технология защиты леса / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. — М.: Экология, 1991. — 304 с.
7. Грудева Л.И., Тинникова А.В. Биоиндикация состояния атмосферы на некоторых участках города Абакана // Материалы XIX Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий». Абакан, 2–4 декабря 2015 г. — С. 177–180.
8. Дьяченко Г.И. Мониторинг среды обитания: учеб. — метод. Пособие / Г.И. Дьяченко. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. — 40 с.
9. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов и др. — М.: Центр экологической политики России, 2000. — 68 с.
10. Зорина А.А. Техногенная и широтная изменчивость величины асимметрии Березы повислой и пушистой / А.А. Зорина // Проблемы региональной экологии. 2019. № 1. — С. 21–29.
11. Кубрина Л.В., Бокбаева С.А. Лиственные и хвойные виды древесных растений как биоиндикаторы природной среды города Омска // Безопасность городской среды: Материалы VI Междунар. научн. — практ. конференции / Под общ. ред. Е.Ю. Тюменцевой. Омск, 2019. — С. 408–412.
12. Морфофизиологические особенности хвои у разных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах / Н.В. Пахарькова, Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин [и др.] // Сибирский экологический журнал. 2014. № 1. — С. 107–113.
13. Ряскова К.А., Шмарина Я.Г. Биоиндикация качества атмосферного воздуха урбанизированной территории г. Волгограда по состоянию хвои сосны обыкновенной // SCIENCE TIME. 2016. — № 7 (31). — С. 196–202.
14. Шарапов Н.М., Маслова А.В., Манилюк Т.А. Анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха на территории города Чита // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чита, 2020. — С. 92–97.

© Кубрина Людмила Васильевна (kubrina-lyudmila@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»