



УДК 582.29

DOI: 10.25688/2076-9091.2024.54.2.01

**Наталья Юрьевна Захарова¹,
Ирина Сергеевна Кузнецова²,
Юлия Геннадьевна Кропова³**

^{1,2,3} *Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия*

БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА РАЙОНА НАГАТИНО-САДОВНИКИ МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

Аннотация. В статье приводится сравнительный анализ модельных участков района Нагатино-Садовники, в которых проводился анализ загрязнения воздуха по методу лишеноиндикации. Пять участков в пределах района отличались как по видовому разнообразию лишайников, так и по степени покрытия субстрата. Расчет относительной чистоты атмосферного воздуха, проведенный по показателю баллов средней встречаемости разных лишайников, а также по степени их покрытия показал, что состояние воздуха в районе Нагатино-Садовники достаточно загрязненное, но некоторые виды лишайников адаптируются к данной среде обитания и встречаются довольно часто. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено в музее-заповеднике «Коломенское», что подтверждает его огромное значение как для рекреации, так и для сохранения биоразнообразия.

Ключевые слова: биоиндикация, лишайники, метод модельных площадок, модельные участки, частота встречаемости, степень покрытия, видовое разнообразие лишайников

UDC 582.29

DOI: 10.25688/2076-9091.2024.54.2.01

Natalya Yuryevna Zakharova¹,
Irina Sergeevna Kuznetsova²,
Yulia Gennadievna Kropova³

^{1, 2, 3} Moscow City University,
Moscow, Russia

BIOINDICATION OF AIR POLLUTION IN THE NAGATINO-SADOVNIKI REGION BY LICHENOINDICATION

Abstract. The article provides a comparative analysis of model plots of the Nagatino-Sadovniki district, in which air pollution was analyzed using the lichenoidication method. The five sites within the district differed both in the species diversity of lichens and in the degree of substrate coverage. The calculation of the relative purity of atmospheric air, carried out according to the score of the average occurrence of various lichens, as well as the degree of their coverage, showed that the air condition in the Nagatino-Sadovniki area is quite polluted, but some lichen species adapt to this habitat and are quite common. The greatest species diversity was noted in the Kolomenskoye Museum-Reserve, which confirms its great importance both for recreation and for the conservation of biodiversity.

Keywords: bioindication, lichens, method of model sites, model sites, frequency of occurrence, degree of coverage, species diversity of lichens

Введение

Мегаполис динамично развивается, что не может не отражаться на существовании естественных экосистем. Наиболее значимыми являются загрязнения воздушной среды, которые носят не только локальный, но и региональный характер. Загрязнения воздуха отражаются на состоянии почвы, водных объектов, растительных и животных организмов. Диагностика состояния воздушной среды может показать уровень загрязнения всех сред обитания и перспективы сохранения биоразнообразия.

В современных экологических работах в качестве биоиндикаторов для измерения степени загрязнения атмосферного воздуха используются лишайники [8, 10]. Лишайники поглощают воду и растворенные в ней вещества всей поверхностью таллома, что приводит к тому, что концентрация в них отдельных веществ (радионуклидов, различных металлов, кислот и оксидов) может значительно превышать их концентрацию в окружающей среде. Соответственно там, где эти вещества конденсируются в больших объемах, они начинают действовать на таллом лишайника как ядовитые и разрушающие компоненты.

Видовое разнообразие на таких территориях, показатели проективного покрытия и жизненность лишайников — все стремится к нулю.

Лишайники разделяют на экологические группы на основании места их произрастания. Так, к эпилитным формам относят лишайники, произрастающие на скальных и каменистых поверхностях, к эпифитным — произрастающие на растениях, например на коре деревьев, кустарников или на куртинах мха (их называют эпибриофитными лишайниками); к эпигейным формам относят лишайники, обитающие на поверхности почвы (среди них есть виды, растущие на меловых, закисленных тундровых, песчаных и других типах почв). Лишайники растут медленно и не могут конкурировать с быстрорастущими цветковыми растениями, поэтому их местообитания чаще всего представлены на тех участках, где недостаточно питательных веществ для высших растений, или на древесных растениях, деревянных или каменных сооружениях и других «неудобьях». Необходимо отметить, что по видовому разнообразию площади покрываемой лишайником поверхности и по их жизненности можно провести оценку загрязненности атмосферы. На территориях, характеризующихся высокой степенью загрязнения оксидами серы, азота, тяжелыми металлами и другими веществами, не встречаются кустистые лишайники. Они в целом малочисленны, практически не встречаются в мегаполисе и занесены в Красную книгу города Москвы [6]. Листоватые и накипные лишайники более устойчивы к загрязнениям атмосферы и чаще встречаются не только в парковых зонах города, но и вдоль проезжих дорог и даже оживленных автотрасс, а также в промышленных зонах.

Для исследования состояния воздушной среды в районе Нагатино-Садовники в качестве объектов изучения были выбраны лишайники, произрастающие на модельных площадках в пределах района, то есть целью данной работы было исследование чистоты воздуха в районе Нагатино-Садовники методом лишеноиндикации на выбранных модельных площадках.

Район Нагатино-Садовники нельзя назвать благополучным в плане соотношения зеленых и промышленных зон, так как треть данного района занимает промышленный комплекс «Нагатино». Однако природный комплекс «Садовники» и музей-заповедник «Коломенское» оказывают благотворное влияние на территорию района [3, 9]. Официальные показатели загрязнения воздуха, почвы и воды не превышают предельно допустимых значений. Однако более точную картину можно получить, исследуя лишайники, встречающиеся в данном районе [2].

Применение метода модельных площадок

Для изучения видового разнообразия лишайников были выбраны модельные участки, проходящие через проспект Андропова, музей-заповедник «Коломенское», а также жилой участок, располагающийся между улицами Садовники и Академика Миллионщикова, яблоневый сад и парк имени Юрия Лужкова.

Исследования проводились в два этапа: период с 08.10.2022 по 05.12.2022 и период с 25.02.2023 по 01.03.2023.

1-й модельный участок — проспект Андропова

Выбранный участок локализован в ЮАО Москвы и охватывает территории 4 районов: Нагатино-Садовники, Нагатинский Затон, Южнопортовый и Даниловский. Зона нашего исследования расположена от пересечения проспекта Андропова с улицами Нагатинская и Новинки до Коломенского шоссе. Первый модельный участок представляет собой типичную городскую застройку с многоэтажными жилыми домами, включает здание общеобразовательной школы, торговые центры, ТЭЦ-8, музей-заповедник «Коломенское», а также станцию метро «Коломенская».

Субстратом для лишайников оказались следующие деревья: липа сердцевидная (*Tilia cordata*), которая преобладала по численности среди деревьев, клен остролистный (*Acer platanoides*), береза обыкновенная (*Betula populifolia*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), черемуха обыкновенная (*Prunus radus*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*).

Обнаруженные лишайники принадлежат к трем основным родам: Ксантория, Фисция и Пармелия. Зафиксированы следующие виды:

1. Ксантория настенная (*Xanthoria parietina* (L.) Belt).
2. Феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*).
3. Фисция сизая (*Physcia caesia*).
4. Пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata* Tayl.).

На рисунке 1 представлена диаграмма частоты встречаемости и степени покрытия лишайников на участке: проспект Андропова.

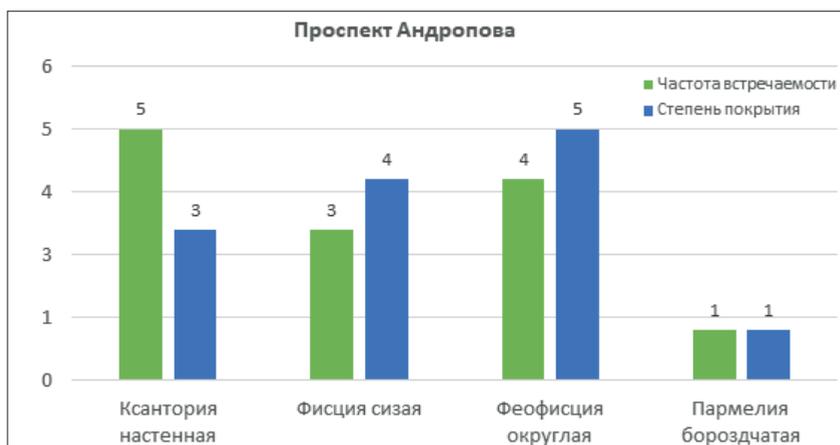


Рис. 1. Частота встречаемости и степень покрытия лишайников на участке: проспект Андропова

На проспекте Андропова встретилось 4 вида лишайников. Все они, как показывают публикации по Москве [2, 5], являются обычными представителями городской среды. Чаще всего встречалась ксантория настенная, при этом очень высокая степень покрытия наблюдалась у феофисции округлой. Пармелия бороздчатая встречалась редко и имела очень низкую степень покрытия.

2-й модельный участок — музей-заповедник «Коломенское»

Данная зона расположена на высоком берегу Москвы-реки. Общая площадь парка с прилегающей территорией составляет около 390 га. С XVII века в Коломенском было 6 садов: Красный, Казанский, Новый, Вознесенский, Большой и Дьяковский. Нами обследованы Вознесенский сад, а также деревья, находящиеся рядом с домиком Петра Первого и Казанской церковью. К модельной территории примыкали жилые дома, школы, детские сады. Также рядом с парком находятся проспект Андропова, Каширское шоссе и улица Новинки, которые могут оказывать непосредственное воздействие на данный исследуемый участок [4].

В парке преобладают такие деревья, как: береза обыкновенная (*Betula populifolia*), клен остролистный (*Acer platanoides*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), яблоня домашняя (*Malus domestica*), ель обыкновенная (*Picea abies*).

Покрытых лишайником деревьев в этом парке было примерно столько же, сколько и на проспекте Андропова, но при этом видовое разнообразие было в два раза выше.

Лишайники в этом парке принадлежат к родам Ксантория, Пармелия и Фисция. Зафиксированы следующие виды:

1. Ксантория настенная (*Xanthoria parietina* (L.) Belt).
2. Ксантория многоплодная (*Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Vain.).
3. Феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*).
4. Фисция сизая (*Physcia caesia*).
5. Фисция восходящая (*Physcia adscendens*).
6. Фисция звездчатая (*Physcia stellaris* (L.) Nyl.).
7. Пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata* Tayl.).
8. Пармелия козлиная (*Parmelia caperata* (L.) Ach.).
9. Фискония стертая (*Physconia detersa* (Nyl.)).

На рисунке 2 представлена диаграмма частоты встречаемости и степени покрытия лишайников на участке: музей-заповедник «Коломенское».

В парке Коломенское наблюдалось самое большое видовое разнообразие лишайников: 9 видов. Здесь были найдены 5 видов лишайников, которые почти не встречаются в жилом секторе исследуемой городской среды: ксантория многоплодная, фисция восходящая, фисция звездчатая, пармелия козлиная и фискония стертая. Большинство из них встречалось очень редко и степень покрытия ими была очень низкой. Наибольшая степень покрытия наблюдалась у 4 видов: ксантории настенной, феофисции округлой, фисции сизой и пармелии бороздчатой,

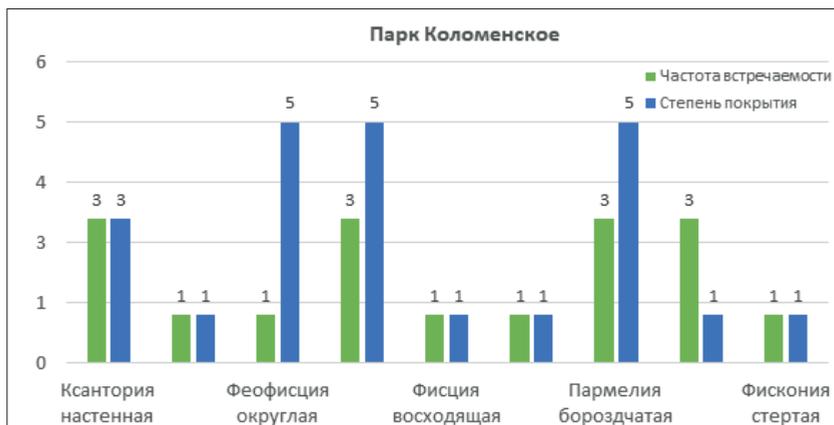


Рис. 2. Частота встречаемости и степень покрытия лишайников на участке: музей-заповедник «Коломенское»

как раз у тех лишайников, которые приспособлены к обитанию в городских условиях, следовательно, в парке они себя чувствуют еще более комфортно. Только на этом участке встретился такой лишайник, как фиссония стертая.

3-й модельный участок — жилой участок, располагающийся между улицами Садовники и Академика Миллионщикова

Жилой участок района в южной части Москвы, но в центральной части района. С западной стороны находится ул. Академика Миллионщикова, с северной — городская клиническая больница имени С. С. Юдина. В восточной части расположена ул. Садовники с прилегающей школой № 507 и психоневрологическим интернатом № 16. На юге от исследуемого участка расположена школа № 507 (1 здание) и детские сады. Здесь имеются жилые дома, парковочные места, спортивная площадка и детские площадки.

Основные виды древесных культур: тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*), береза обыкновенная (*Betula populifolia*), клен остролистный (*Acer platanoides*), а также кустарник сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*).

Найденные на этом участке лишайники относят к родам Ксантория, Фисция и Пармелия и представлены следующими видами:

1. Ксантория настенная (*Xanthoria parietina* (L.) Belt).
2. Ксантория многоплодная (*Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Vain.).
3. Феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*).
4. Фисция восходящая (*Physcia adscendens*).
5. Пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata* Tayl.).

На рисунке 3 представлена диаграмма частоты встречаемости и степени покрытия лишайников на жилом участке.

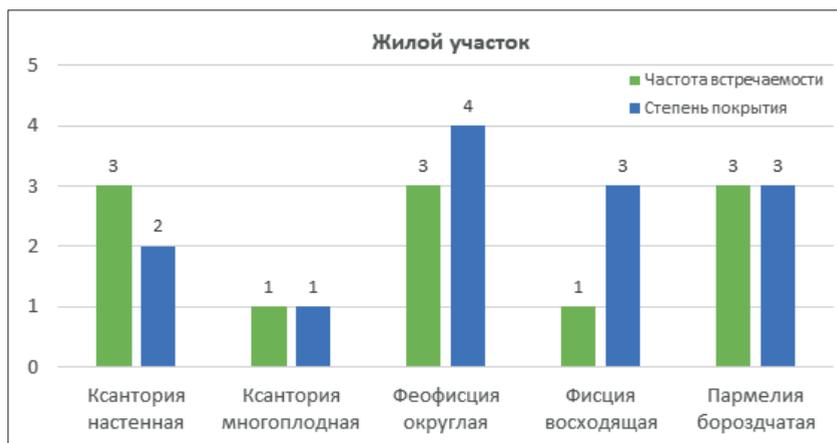


Рис. 3. Частота встречаемости и степень покрытия лишайников на жилом участке

На этом участке было найдено 5 видов лишайников. Несмотря на то что это типичная городская территория, здесь встретились довольно редкие по частоте встречаемости лишайники (ксантория многоплодная и фисция восходящая) с низкой или средней степенью покрытия. У остальных лишайников (ксантории настенной, феофиссии округлой и пармелии бороздчатой) были отмечены редкая частота встречаемости и средняя степень покрытия. Высокая степень покрытия наблюдалась у феофиссии округлой.

4-й модельный участок — яблоневый сад в Нагатино-Садовники

Сад расположен в центральной части района и окружен многоэтажными домами, школами и детскими садами. Основная дорога — Коломенский проезд — проходит в непосредственной близости к парку.

В парке встречается только яблоня домашняя, или культурная (*Malus domestica*). Лишайники, которые удалось найти, принадлежат к родам Ксантория и Фисция. Зафиксированы следующие виды:

1. Ксантория настенная (*Xanthoria parietina* (L.) Belt).
2. Фисция сизая (*Physcia caesia*).

На рисунке 4 представлена диаграмма частоты встречаемости и степени покрытия лишайников на участке: яблоневый сад.

На этом участке было обнаружено только 2 вида лишайников, которые встречаются очень редко, но у фиссии сизой была высокая степень покрытия. Такое бедное разнообразие можно объяснить тем, что субстрат был моновидовым, а именно яблоня домашняя, или культурная (*Malus domestica*).

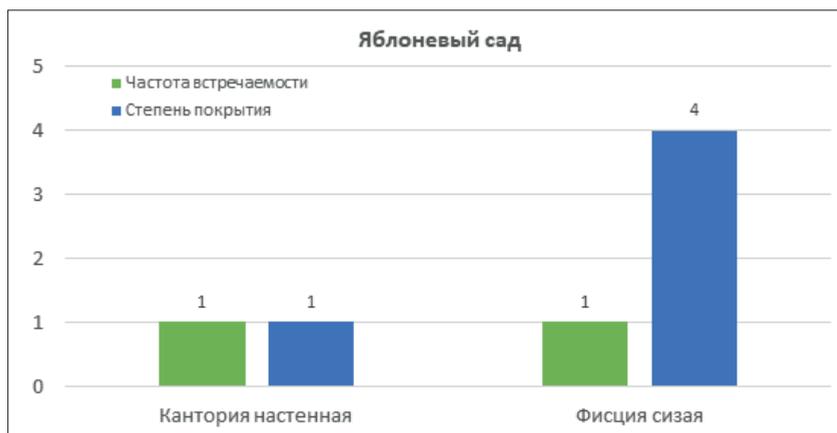


Рис. 4. Частота встречаемости и степень покрытия лишайников на участке: яблоневый сад

5-й модельный участок — парк имени Ю. М. Лужкова

Парк имени Ю. М. Лужкова находится в ЮАО города, на юго-западе района Нагатино-Садовники, на пересечении проспекта Андропова и Каширского шоссе. Площадь парка составляет около 34,5 га. Он окружен жилыми застройками, а на юго-западе от него расположен Онкологический научный центр, со стороны же проспекта Андропова находится музей-заповедник «Коломенское».

На выбранном участке в парке произрастает клен остролистный (*Acer platanoides*), а также тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), береза обыкновенная (*Betula populifolia*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*), черемуха виргинская (*Párus virginiana*), Лишайники принадлежат к трем родам Ксантория, Фисция и Пармелия, и представлены следующими видами:

1. Ксантория настенная (*Xanthoria parietina* (L.) Belt).
2. Ксантория многоплодная (*Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Vain.).
3. Фисция восходящая (*Physcia adscendens*).
4. Пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata* Tayl.).
5. Пармелия козлиная (*Parmelia caperata* (L.) Ach.).

На рисунке 5 представлена диаграмма частоты встречаемости и степени покрытия лишайников на участке: парк имени Ю. М. Лужкова.

На этом участке было найдено только 5 видов лишайников. Из них 3 вида лишайников, которые нечасто отмечали в городских кварталах (ксантория многоплодная, фисция восходящая и пармелия козлиная). У большинства была редкая частота встречаемости и средняя степень покрытия. В сравнении с музеем-заповедником «Коломенское» первые 2 лишайника имеют показатели

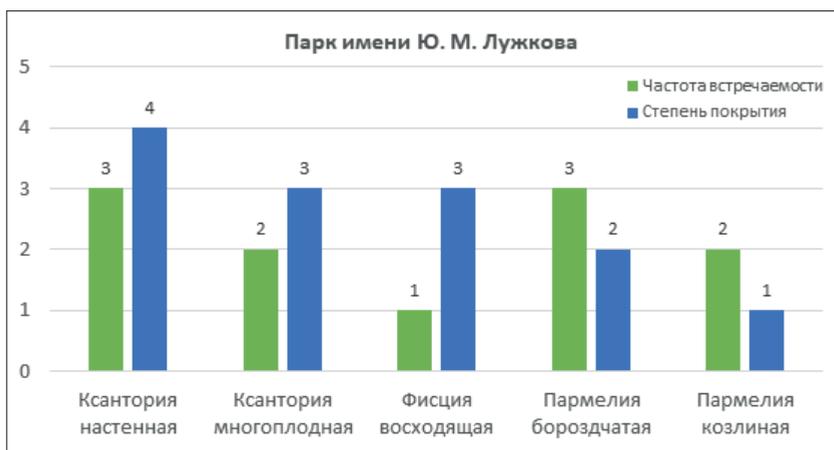


Рис. 5. Частота встречаемости и степень покрытия лишайников на участке: парк имени Ю. М. Лужкова

выше, и это может быть связано с розой ветров и отдаленностью от Курьяновских очистных сооружений [7]. Редкая частота встречаемости и высокая степень покрытия наблюдались у ксантории настенной, а низкая степень покрытия — у пармелии бороздчатой.

На всех модельных участках были найдены лишайники, принадлежащие к таким родам, как Ксантория, Пармелия и Фисция.

Наибольшее число видов лишайников (9 видов) было представлено на модельном участке музея-заповедника «Коломенское», а наименьшее (2 вида) — в яблоневом саду. Остальные участки имели приблизительно одинаковый видовой состав — 4–5 видов.

На круговой диаграмме рисунка 6 представлено процентное соотношение лишайников, отмеченных на модельных участках.



Рис. 6. Соотношение лишайников, отмеченных на модельных участках

Круговая диаграмма на рисунке 6 показывает, что на выбранных модельных участках района Нагатино-Садовники наиболее распространена ксантория настенная. Это объясняется тем, что данный вид лишайника более адаптивен к городской среде и достаточно устойчив к загрязнениям.

Многочисленные исследования, описанные в литературе, показывают, что для распространения тех или иных видов эпифитных лишайников имеет значение не только чистота атмосферы и особенности климата, но и целый ряд экологических факторов, таких как строение коры и возраст дерева. На более старовозрастных деревьях поселяется больше лишайников, чем на молодых. Также достаточно важным фактором является освещенность ствола. Одни виды приспособились к существованию при малой освещенности, другие же, светлюбивые виды поселяются только на хорошо освещаемых солнцем стволах. Видимо, это зависит от особенностей фикобионта, входящего в состав лишайника.

Расчет чистоты атмосферного воздуха на модельных площадках

Для определения относительной чистоты атмосферного воздуха, как правило, используют параметры средней встречаемости и степени покрытия лишайников разных типов. Расчет показателя относительной чистоты воздуха проводят по формуле:

$$\frac{H + 2 \times L + 3 \times K}{30},$$

где H — накипные лишайники, L — листоватые лишайники, K — кустистые лишайники [1].

Показатель относительной чистоты атмосферного воздуха (ОЧА) рассчитывали на примере лишайника ксантория настенная на проспекте Андропова и в музее-заповеднике «Коломенское».

Частота встречаемости этого вида лишайника на проспекте Андропова составляла 5 баллов (60–100 % встречаемости); степень покрытия — 3 балла (20–40 %).

$$(0 + 2 \times 5 + 3 \times 0) / 30 = 10 / 30 = 0,33.$$

В музее-заповеднике «Коломенское» частота встречаемости изучаемого вида лишайника составляла 3 балла (20–40 %); степень покрытия была средней — 3 балла (20–40 %).

$$(0 + 2 \times 3 + 3 \times 0) / 30 = 6 / 30 = 0,2.$$

Благодаря полученным показателям чистоты атмосферного воздуха мы смогли сделать сравнительный анализ по качеству среды: чем выше рассчитанное

значение, тем меньше загрязнителей воздуха присутствует на данном участке. Для абсолютно чистого воздуха характерно значение показателя, равное единице. Полученные нами значения (0,33 и 0,2) позволяют предположить, что показатель относительной чистоты воздуха на проспекте Андропова и в парке все же низок, несмотря на то что лишайник ксантория настенная встречается на этих участках довольно часто.

В ходе исследования жилого участка, яблоневого сада и парка «Садовники» было выявлено, что вид ксантория настенная также встречается довольно часто. Поэтому, для того чтобы рассчитать показатель относительной чистоты этих модельных участков, также был взят вид лишайника ксантория настенная.

На жилом модельном участке частота встречаемости ксантории настенной составила 3 балла (20–40 %), степень покрытия стволов также составила 2 балла (5–20 %).

$$(0 + 2 \times 2,5 + 3 \times 0) / 30 = 5 / 30 = 0,17.$$

В яблоневом саду частота встречаемости ксантории настенной составила 1 балл (менее 5 %), а степень покрытия лишайником — 1 балл (менее 5 %).

$$(0 + 2 \times 1 + 3 \times 0) / 30 = 2 / 30 = 0,07.$$

В парке «Садовники» частота встречаемости ксантории настенной составила 3 балла (20–40 %), а степень покрытия лишайником — 4 балла (40–60 %).

$$(0 + 2 \times 3,5 + 3 \times 0) / 30 = 7 / 30 = 0,23.$$

Изучая оставшиеся три модельных участка, включающие антропогенные места и парк, можно сделать вывод, что, несмотря на частое произрастание ксантории настенной на этих участках, показатель относительной чистоты воздуха низок.

Заключение

При сравнении показателей относительной чистоты воздуха парков «Садовники» и «Коломенское» и мест с большим антропогенным воздействием района Нагатино-Садовники можно отметить, что парки района имеют чуть более низкий показатель чистоты воздуха, чем проспект Андропова, что может быть связано с розой ветров и локальными загрязнениями. Но в целом ни один из модельных участков не приблизился к единице (max 0,33), что подтверждает достаточное загрязнение атмосферного воздуха в районе Нагатино-Садовники и отсутствие редких, занесенных в Красную книгу [6], наиболее уязвимых лишайников на всех изучаемых модельных участках города.

Стоит также отметить, что самое большое видовое разнообразие было обнаружено в парке «Коломенское», там встретились виды, которые более чувствительны к загрязнениям воздуха. Они были представлены в небольшом

количестве, а фискония стертая (*Physconia detersa* (Nyl.)), вообще, была обнаружена только на этом участке. Таким образом, можно констатировать, что видовое разнообразие лишайников выше всего в парке «Коломенское». На его территории встречались виды, чувствительные к загрязнению, соответственно, на этом участке и чистота воздуха была объективно наиболее высокая.

Так как расчет чистоты воздуха проводился на примере одного лишайника — ксантории настенной, и показатели были далеки от идеальных, то полученные результаты по распространению и расселению данного вида можно характеризовать как высокую степень адаптивности данного лишайника к городской среде.

По литературным данным и в ходе собственных исследований можно сделать заключение, что наиболее адаптивными к городской среде являются лишайники рода Ксантория (*Xantoria*), рода Фисция (*Physcia*) и рода Пармелия (*Parmelia*).

Список источников

1. Ашихмина Т. Я. Экологический мониторинг: учеб.-метод. пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. 4-е изд. М.: Академический Проект; Альма Матер, 2008. 416 с.
2. Бязров Л. Г. Эпифитные лишайники г. Москвы: современная динамика видового разнообразия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 146 с.
3. Ефимов М. Б., Насимович Ю. А., Шкурский Б. Б. Природа Южного округа Москвы // ВНИИ охраны природы. М., 1999. 67 с. Библиогр. 32 назв. Рук. деп. в ВИНТИ 25.06.1999. № 2030–В99.
4. Кузнецова И. С. Оценка загрязнения воздуха района Нагатино-Садовники методом лишеноидикации // Шаг в науку: сб. ст. по мат-лам VI Науч.-практ. конф. молодых ученых (IV Всероссийской). М., 2023. С. 119–122.
5. Пчелкин А. В. Распространение лишайников в Москве. М., 1998, 21 с. Деп. в ВИНТИ 05.10.1998. № 2910–В 98.
6. Самойлов Б. Л., Морозова Г. В. Красная книга Москвы. 2-е изд., перераб. и доп. М., 2019. 452 с.
7. Тимофеева Е. А., Караванова Е. И. Оценка экологического состояния Москвы-реки в районе Курьяновских очистных сооружений // Городские исследования и практики. 2018. С. 100–107.
8. Лишайники Москвы: [сайт]. URL: <http://lichenhouse.narod.ru/0-0-0/index.htm>
9. Парк «Садовники» // Московские парки: [сайт]. URL: http://moscowparks.narod.ru/pks_uao/sadovniki/flora_msqrs.htm
10. Тулекбаева В. Л., Погосян Г. П. Лишайники как биоиндикаторы загрязнения атмосферного воздуха // Научные статьи Казахстана: [сайт]. URL: <https://articlekz.com/article/16114>

References

1. Ashikhmina T. Ya. Environmental monitoring: Educational and methodological manual / ed. by T. Ya. Ashikhmina. 4th ed. Moscow: Academic project; Alma Mater, 2008. 416 p. (In Russ.).

2. Byazrov L. G. Epiphytic lichens of Moscow: modern dynamics of species diversity. Moscow: Partnership of scientific publications КМК, 2009. 146 p. (In Russ.).
3. Efimov M. B., Nasimovich Yu. A., Shkursky B. B. Nature of the Southern District of Moscow; All-Russian Research Institute of Nature Conservation. Moscow, 1999. 67 p. Bibliogr. 32 titles. Ruk. dep. at VINITI 25.06.1999, № 2030–V99. (In Russ.).
4. Kuznetsova I. S. Assessment of air pollution in the Nagatino-Sadovniki area by the lichenoidization method // Step into science: Collection of articles based on the materials of the VI Scientific and Practical Conference of Young Scientists (IV All-Russian). Moscow, 2023. P. 119–122. (In Russ.).
5. Pchelkin A. V. Distribution of lichens in Moscow. Moscow, 1998. 21 p. Dep. VINITI 5.10.1998. № 2910-V 98. (In Russ.).
6. Samoilov B. L., Morozova G. V. Red Book of Moscow. 2nd ed., revised and supplemented. Moscow, 2019. 452 p. (In Russ.).
7. Timofeeva E. A., Karavanova E. I. Assessment of the ecological state of the Moskva River in the area of the Kuryanovsky treatment facilities // Urban research and practices. 2018. P. 100–107. (In Russ.).
8. Lichens of Moscow: [website]. (In Russ.). URL: <http://lichenhouse.narod.ru/0-0-0/index.htm>
9. Gardeners Park // Moscow Parks: [website]. (In Russ.). URL: http://moscowparks.narod.ru/pks_uao/sadovniki/flora_msqrs.htm
10. Tulekbaeva V. L., Poghosyan G. P. Lichens as bioindicators of ambient air pollution // Scientific articles of Kazakhstan: [website]. (In Russ.). URL: <https://articlekz.com/article/16114>