Муниципальное образовательное учреждение

«Средняя общеобразовательная школа № 4 города Ртищево Саратовской области»

Определение чистоты воздуха по лишайникам. Лихеноиндикация.

Автор:

Тимошенко Анна

обучающаяся 10 класса

Руководитель: Ермонина Валентина Петровна

учитель экологии

г. Ртищево

**Содержание**

Введение …………………………………………………………………… . . 3

1. Основная часть
   1. Роль атмосферы в природных процессах... . . . . . . . . . . . . . .. . . . . . 5
   2. Биоиндикационные методы мониторинга атмосферы. . . . . . . . . . 5
   3. Определение чистоты воздуха по лишайникам. . . . . . . . . . . . . . . . 5
      1. Внешнее строение лишайников. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .. 5
      2. Органы спороношения и размножения лишайников. . . . . . . . . . 6
      3. Влияние загрязнения воздуха на состояние лишайников. . . . . . .6

2. Проведение исследований. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 9

3. Вывод ы……………………………………………………………………. . .11

4. Заключение ……………………………………………………………… . . . .11

5. Литература …………………………………………………………………. . 12

6. Приложение………………………………………………………………… . 14

**Введение**

В нашей школе ведется кружок «Эколог». Много лет обучающиеся проводят исследования чистоты воздуха в юго-западном районе города, в котором расположена школа и дубраве «Третьяк», расположенной в 1 км от школы. Группа учащихся на основе простых и доступных современных методик определяет качественные и количественные показатели состояния атмосферы района, чтобы на основе полученных данных прогнозировать дальнейшие изменения и учится проектировать некоторые экологические проблемы. Оценку относительной чистоты атмосферы определяли методом лихеноиндикации. Лишайники наиболее чувствительны к изменению состава воздуха.

**Актуальность** данной проблемы заключается в том, что чистый воздух необходим для жизни человека, растений и животных. Атмосферные загрязнения оказывают отрицательное влияние на живые организмы, что приводит к сокращению численности, видового разнообразия животных и растений, заболеваемости человека. Эпифитные лишайники - биологические индикаторы качества воздуха, так как получают все необходимое для жизнедеятельности из воздуха. В связи с усилением антропогенного воздействия на окружающую среду и ухудшением экологической обстановки актуальной задачей экологии является использование таких методов контроля состояния окружающей среды, которые максимально точно показывали степень загрязнения среды.

**Целью исследований** является изучение видового состава эпифитных лишайников и выяснение изменения степени загрязненности воздушной среды по встречаемости лишайников в юго-западном районе г. Ртищево и пригородной дубравы «Третьяк».

**Задачи:**

1. Изучить видовой состав лишайников.

2. Проанализировать основные эколого-флористические характеристики лишайников: внешнее строение, органы спороношения и размножения, влияние качественного состава воздуха на состояние лишайников.

3. Изучить лихеноиндикационный метод мониторинга воздушной среды.

4. Определить частоту встречаемости и степень покрытия стволов деревьев лишайниками в юго-западном районе города и дубравы «Третьяк».

**Объектами исследований** были деревья улиц юго-западного микрорайона города Ртищево, окружающие школу № 4, а также пригородная дубрава «Третьяк», расположенная на расстоянии 1 км от города.

**Предмет исследований:** лишайники деревья улиц Крылова, З. Космодемьянской, внутреннего двора школы, дубравы «Третьяк».

**Новизна работы** заключается в том, что в юго-западном микрорайоне города Ртищево продолжает изучаться видовой состав лишайников, исследования состояния атмосферы лихеноиндикационным методом, до этого никто не проводил их, насколько нам известно. Мне бы хотелось узнать, действительно ли количество видов и состояние лишайников зависит от степени загрязнения атмосферы, конкретно в районе нашей школы и сравнить с состоянием лишайников рекреационной зоны города дубравы «Третьяк».

**Практическая значимость** заключается в том, что данные, полученные в ходе исследования позволят сравнить загрязнения атмосферы юго-западного района города и рекреационной зоны дубравы, а также будут использоваться на уроках экологии. Для всех важно знать состояние воздуха, которым мы дышим. Одна из задач экологии является разработка таких методов контроля состояния окружающей среды, которые максимально точно показывали степень загрязнения среды.

**Материалы и оборудование.** Я использовала в своей работе таблицы для определения родов и видов лишайников, таблицы оценки встречаемости и степени покрытия лишайников, деревянную рамку размером 10 см на 10 см, рулетку с металлическим метром, фотоаппарат.

**Анализ литературных источников.**

Я изучила литературные источники по данной теме. Всю изученную литературу я разделила на две группы: общую и специальную. Изучение общей литературы по этой теме углубило знание о лишайниках. В энциклопедии «Растения и животные, в «Энциклопедии тайн и загадок. Удивительный мир растений», в книге Голубковой Н.С. «Компоненты лишайников и их взаимоотношения» я получила углубленные знания о внешнем строение лишайников, органах спороношения и размножения лишайников.

В специальной литературе я ознакомилась с влиянием качественного состава воздуха на состояние лишайников, основными принципами организации исследовательской работы при изучении природных объектов, с апробированными методиками, необходимыми для реализации программы мониторинга.

Изучив литературу по данной теме, я предложила **гипотезу:** Если степень покрытия лишайниками уменьшилась, в сравнении с результатами предыдущих исследований, проводимых обучающимися нашей школы, то степень загрязнения атмосферы юго-западного района ухудшается.

Затем я выбрала **методики проведения исследований.** Это сбор информации для исследований, краткое описание предмета исследования, сравнение и анализ, использование лихеноиндикационного метода.

**1.Основная часть.**

**1.1.Роль атмосферы в природных процессах.**

Роль атмосферы в природных процессах огромна. Наличие вокруг земного шара атмосферы определяет общий тепловой режим поверхности нашей планеты, защищает ее от вредных космических и ультрафиолетового излучений. Чистый воздух необходим для жизни человека, растений и животных. Атмосферные загрязнения оказывают отрицательное влияние на живые организмы, что приводит к сокращению численности, видового разнообразия животных и растений, заболеваемости человека.

Источников антропогенного характера, вызывающих загрязнение атмосферы, а также серьезные нарушения экологического равновесия в биосфере – множество. Однако самыми значительными из них являются два: ***транспорт и индустрия.***

Оценку состояния воздушной среды можно проводить с использованием биоиндикационного метода исследования. Из биоиндикационных методов программа школьного экомониторинга предусматривает определение степени чистоты воздуха по лишайникам.

**1.2. Биоиндикационные методы мониторинга атмосферы.**

Биоиндикация - это оценка состояния окружающей среды по реакции живых организмов. В качестве биоиндикаторов используют **животных, растения, бактерии, вирусы.**

Одним из перспективных объектов биоиндикации являются лишайники. Они распространены по всему земному шару, с достаточно высокой выносливостью к климатическим факторам и чувствительностью к загрязнителям окружающей среды, могут служить объектом мониторинга на всех уровнях: локальном (в конкретной местности), региональном (в обширном регионе) и глобальном (на всем земном шаре).

**[[1]](#footnote-1)**

**1.3. Определение чистоты воздуха по лишайникам.**

**1.3.1. Внешнее строение лишайников.**

Тело лишайника: таллом, или слоевище, состоит из гриба и одноклеточных водорослей, находящихся в симбиозе. По строению слоевища лишайники делятся на 3 группы.

1. Накипные (коркоподобные), похожи на плоские корки, плотно срастающиеся с корой, камнями, почвой; они трудно отделяются, их невозможно отделить от субстрата без повреждения. На ощупь бархатистые, влажные.

2. Листоватые (листовидные) имеют форму мелких пластинок, чешуек: прикрепляются к поверхности тонкими нитями гриба (**гиф)** – **ризин** или отдельных тонких гиф – **ризоидов** и довольно легко отделяются от нее. Лишь у немногих лишайников таллом срастается с субстратом только в одном месте с помощью пучка грибных гиф, называемого **гомфом.**

3. У кустистых лишайников таллом состоит из ветвей или более толстых, чаще ветвящихся стволиков. Кустистый лишайник соединяется с субстратом **гомфом** и растут вверх, как маленькие кустики, либо свисают с дерева вниз, подобно бороде.

**Лишайники высокочувствительны к загрязнению среды обитания**. На них избирательно действуют прежде всего вещества, увеличивающие кислотность среды (оксид серы, соляная кислота, фтористая кислота, оксид азота, озон).

**1.3.2. Органы спороношения и размножения лишайников.**

Важным для размножения лишайников является **сораль**. Это такие образования, в которых одновременно присутствуют гифы гриба и клетки водоросли. Это **соредии и изидии.** Они служат для размножения лишайника как целого организма. Соредии и изидии чаще встречаются у листоватых и кустистых лишайников. Соредии представляют собой мельчайшие образования в виде пылинок, состоящих из одной или нескольких клеток водоросли, окруженных гифами гриба. Скопление соредий назвают **соралями.** ***Наличие и отсутствие соредий и соралей, их расположение, форма и окраска постоянны для определенных видов лишайников и служат определенным признаком.***

Изидии встречаются реже. Они представляют собой простые или коралловидные выросты, обычно густо покрывающие верхнюю сторону таллома. [[2]](#footnote-2)

**1.3.3. Влияние загрязнения воздуха на состояние лишайников.**

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.

В связи с тем, что лишайники поглощают воду всей поверхностью тела в основном из атмосферных осадков и отчасти из водяных паров, влажность слоевищ непостоянна и зависит от влажности окружающей среды. Таким образом, поступление воды в лишайники происходит, в отличие от высших растений, по физическим, а не по физиологическим законам. **Недаром слоевище лишайников часто сравнивают с фильтровальной бумагой.**

Поглощение химических 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. 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 элементов: лития, натрия, калия, магния, кальция, стронция, алюминия, титана, ванадия, хрома, свинца, ртути, иттрия, урана, фтора, йода, серы, мышьяка, селена и др.

Состав минеральных элементов в лишайниковом слоевище определяют классическим методом сжигания. Образующая зола подвергается химическому анализу на содержание того или иного элемента. Многочисленные исследования в районах промышленных объектов, на заводских и прилегающих к ним территориям показывают прямую зависимость между загрязнением атмосферы и сокращением численности определенных видов лишайников. Особая чувствительность лишайников объясняется тем, что они не могут выделить в среду поглощенные токсические вещества, которые вызывают физиологические нарушения и морфологические изменения.

По мере приближения к источнику загрязнения слоевища лишайников становятся толстыми, компактными и почти совсем утрачивают плодовые тела, обильно покрываются соредиями. Дальнейшее загрязнение атмосферы приводит к тому, что лопасти лишайников окрашиваются в беловатый, коричневатый или фиолетовый цвет, их талломы сморщиваются. И растения погибают. Изучение лишайниковой флоры в населенных пунктах и вблизи крупных промышленных объектов показывает, что состояние окружающей среды оказывает существенное влияние на развитие лишайников. **По их видовому составу и встречаемости можно судить о степени загрязнения воздуха.**

Наиболее резко лишайники реагируют на диоксид серы. Концентрация диоксида серы 0,5 мг/ куб. м губительна для всех видов лишайников. На территориях, где концентрация SO2 превышает 0,3 мг/куб.м, лишайники практически отсутствуют. В районах со средними концентрациями диоксида серы от 0,3 до 0,05 мг/куб м по мере удаления от источника загрязнения сначала появляются накипные лишайники, затем листоватые (фисция, леканора, ксантория). При концентрации менее 0,05 мг/куб м появляются кустистые лишайники (уснея, алектория,) и некоторые листоватые ( анаптихия, лобария, пармелия).

На городской территории выделяют уровни (чаще всего три) – так называемые «зоны лишайников». Встречаемость лишайников в разных частях города находится в зависимости от среднего количества диоксида серы в воздухе.

Таблица 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Зоны лишайников | Район города | Концентрация диоксида серы |
| «Лишайниковая пустыня» (лишайники практически отсутствуют) | Центр города и промышленные районы с сильно загрязненным воздухом | Свыше 0,3 мг /куб м |
| «Зона угнетении» (флора бедна – фисции, леканоры, ксантории) | Районы города со средней загрязненностью | 0,05 – 0,3 мг/куб м |
| «Зона нормальной жизнедеятельности» (максимальное видовое разнообразие). | Перефирийные районы и пригороды | Менее 0,05 мг/куб м |

Таким образом, методы оценки загрязненности атмосферы по встречаемости лишайников основаны на следующих закономерностях.

1. Чем сильнее загрязнен воздух города, тем меньше встречается в нем видов лишайников (вместо десятков может быть один-два вида)
2. Чем сильнее загрязнен воздух, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев.
3. При повышении загрязненности воздуха исчезают первыми куститсые лишайники (растения в виде кустиков с широкими плоскими основанием); за ними – листоватые, растут в виде чешуек, отделяющихся от коры); последними – накипные (имеют слоевище в виде корочки, сросшейся с корой).

На основании этих закономерностей можно количественно оценить чистоту воздуха в юго-западном микрорайоне г. Ртищево и дубравы «Третьяк».

Я предположила, если улицы З.Космодемьянской и ул. Крыловой являются автомагистралями, значит лихенофлора бедна. Дубрава «Третьяк» рекреационная зона, расположенная в пригороде города, значит будет видовое разнообразие лишайников и большая площадь покрытия ими стволов деревьев.

Я использовала следующую методику определения степени загрязнения воздуха по лишайникам. В качестве субстрата использовались деревья по обеим сторонам улиц микрорайона и деревья на пробной площадке дубравы «Третьяк». Рамкой размером 10 см х10 см, разделенной на квадраты определяли какой процент общей площади занимает каждый растущий вид.

**2.Проведение исследований**.

Город Ртищево находится на северо-западе Саратовской области в лесостепной зоне. Школа № 4 находится в юго-западном районе г. Ртищево, на окраине. Школа окружена двумя магистралями и улицами с редким передвижением автотранспорта. Здание школы окружено посадками паркового типа, имеется большой внутренний двор с деревьями разных пород: береза, тополь, ель. На школьной территории находится стадион. Я исследовал деревья улиц Крылова, З. Космодемьянской, как и в предыдущие годы обучающиеся школы.

Исследования проводились в сентябре 2018 года. Исследуемая территория - 1600 кв.м. Расстояние между улицами 800 м. МОУ «СОШ № 4» окружена этими улицами. Активное транспортное движение наблюдается по улице З. Космодемьянской и ул. Крылова.

Количество исследованных деревьев улиц микрорайона.

Таблица 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование улицы | Количество исследованных деревьев 2010 г. | Количество исследованных деревьев 2018 г. |
| Зои Космодемьянской | 10 | 10 |
| Крылова | 10 | 10 |
| Внутренний двор школы | 10 | 10 |
| Дубрава «Третьяк» | 10 | 10 |

Пробная площадка на стволе дерева ограничивалась рамкой размером 10см на 10 см, которая разделена на квадратики по 1 кв.см. Отмечал кокой вид лишайника встречался, какой процент общей площади рамки занимает каждый растущий вид. На территории прилегающих улиц и в дубраве «Третьяк» определили **13 видов лишайников**. Встречаются следующие лишайники.

Куститстые (3) - **цетрария сосновая** — Cetraria pinastri (Scop.) S. Gray

(= Cetraria caperata, = Vulpicida pinastri), **эверния сливовая** ( «дубовый мох») — Evernia prunastri, **пармелия блуждающая** — Parmelia vagans Nуl.(= Parmelia stenophylla, = Xanthaparmelia camschadalis)

Листоватые (7)- **ксантория постенная,** или настенная, или стенная золотнянка — Xanthoria parietina; **фисция аиполия** — Physcia aipolia (Ehrh.) Hampe; **пармелия оливковая** — Parmelia olivacea (L.) Асh. emend. Nуl.(= Melanelia olivacea); **пармелия козлиная, или козья** — Parmelia caperata (L.) Асh.(= Parmelia cylisphora, = Flavoparmelia caperata); **пармелия бороздчатая** — Parmelia sulcata Tayl.(= Parmelia saxatilis var. sulcata Linds.); **канделярия одноцветная** — Candelaria concolor (Dicks.) Stein.; **леканора разнообразная** — Lecanora allophana (Асh.) Rоhl. (= Lecanora subfusca var. allophana, = Lecanora subfusca var. mesophana

Накипные: **Лецидея** соредиозная — Lecidea sorediza Nуl; **Леканора** разнообразная — Lecanora allophana (Асh.) Rоhl, **Лепрария** (Lepraria sp.).[[3]](#footnote-3)

Указывали жизнеспособность каждого образца: есть ли плодовые тела, здоровое или чахлое слоевище. На каждом дереве рассматривали по 4 площадке: две у основания ствола (с разных сторон) и две на высоте 1,4 – 1,6 м. Определяли размеры розеток лишайников. Исследовали для сравнения пробную площадку размером 50 м на 50 м в дубраве «Третьяк».

Полученные данные вносил в таблицу.

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **ул.З.Космодемь-янской** | **ул.Крылова** | **Внутренний двор школы** | **Дубрава «Третьяк»** |
| **Кустистые** | **2010** | **0** | **0** | **0** | **3** |
| **2018** | **0** | **0** | **0** | **3** |
| **Листоватые( леканора разнообразная, ксантория постенная, пармелия бороздчатая)** | **2010** | **2** | **1** | **4** | **8** |
| **2018** | **2** | **1** | **3** | **6** |
| **Накипные** | **2010** | **1** | **1** | **2** | **3** |
| **2018** | **1** | **1** | **2** | **3** |
| **Степень покрытия древесного ствола лишайниками** | **2010** | **25% -3 б** | **15%-2 б** | **60%-4 б** | **85%- 5 б** |
| **2018** | **20 %- 3 б** | **10%-2 б** | **55%-4 б** | **90%- 5 б** |

Для определения баллов по степени покрытия я использовала таблицу «Оценка степени покрытия по пятибалльной шкале», которую взяла из книги «Экологический мониторинг». Учебно-методическое пособие/Под ред. Т.Я.Ашихминой).

Таблица 3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Степень покрытия | % | Балл оценки |
| Очень низкая | Менее 5 % | 1 |
| Низкая | 5-20% | 2 |
| Средняя | 20-40% | 3 |
| Высокая | 40-60% | 4 |
| Очень высокая | 60-100% | 5 |

[[4]](#footnote-4)

Результаты исследования . Из таблицы видно, что не смотря на то что оцениваемые баллы не изменились в 2018 г. по сравнению с 2010 г. , но в % отношении мы видим снижение степени покрытия лишайниками стволов деревьев. Почти нет плодовых тел и чахлые слоевища были у лишайников на деревьях автомагистралей. По частоте встречаемости лишайников и степени покрытия внутренний двор школы относится к зоне нормальной жизнедеятельности. По частоте встречаемости лишайников и степени покрытия дубрава «Третьяк» относится к зоне нормальной жизнедеятельности.

**3.Выводы**.

1. Самый высокий показатель относительной чистоты атмосферы в дубраве «Третьяк» и во внутреннем дворике школы.

2. Самый богатый видовой состав эпифитных лишайников и самая большая площадь покрытия деревьев лишайниками на территории дубравы «Третьяк».

3. Улицы – автомагистрали З.Косодемьянской и Крылова относятся к «зоне угнетения». Бедный видовой состав лишайников, лишайники с чахлым слоевищем, не имеют плодовых тел.

4. В 2018 г. в сравнении с 2010 годам немного изменилась чистота атмосферы на автомагистралях, уменьшилось количество видов лишайник и степень покрытия. Скорее всего это связано с увеличившимся потоком автотранспорта на этих магистралях.

**4.Заключение.**

Методы оценки загрязненности атмосферы по встречаемости лишайников основаны на следующих закономерностях: чем сильнее загрязнен воздух города, тем меньше встречается в нем видов лишайников и тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев.

Моя гипотеза подтвердилась. Если степень покрытия лишайниками уменьшилось, в сравнении с результатами предыдущих исследований, проводимых обучающимися нашей школы, то степень загрязнения атмосферы юго-западного района ухудшается.

**5. Список использованных источников, материалов и литературы.**

**Научная литература:**

1. Мониторинг. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 80 с.90.
2. М.В.Высоцкая Экология. Элективные курсы. 9класс.-Волгоград: Учитель, 2007.

**Учебная литература:**

1. Алешко Е. Н. «Хрестоматия по ботанике» Москва, изд. «Просвещение» 1967.
2. Трайтак Д.И., Карьенов В.А., Бровкина Е.Т., Валуев С.И., Клинковская Н.И. Биология. Справочные материалы: Учебн. пособие для учащихся. М.: Просвещение, 1987.-207 с.: ил.

**Справочная литература:**

1. Генкель П. А., Банников А. Г.  Детская Энциклопедия. Т. 4 «Растения и животные», Москва, изд. «Педагог», 1973.
2. Калашников В. «Энциклопедия тайн и загадок. Удивительный мир растений», Москва, изд. «Белый город», 2003.

5.Высоцкая М.В., Биология и экология. 10-11 классы: проектная

деятельность учащихся, Волгоград: Учитель, 2008.

8. И. С. Антонов. Хоперский бор/ Пензенская энциклопедия. М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2001, с. 658.

**Специальная литература.**

1. Ашихмина Т.Я. «Экологический мониторинг», Москва, Альма Матер, 2008.

**Материалы.**

Результаты исследований по определению состояния воздушной среды юго-западного микрорайона г. Ртищево в таблице № 2.

**Интернет ресурсы:**

**http://www.rus-nature.ru/03lich/index.htm Лишайники России. Список видов и родов.**

**http://www.ecology-shop.ru/guides/03lich.htm Компьютерный атлас определитель лишайников России**

<http://www.ecosystema.ru/08nature/lich/index.htm>

<http://www.naturelight.ru/forum/topic52.html>

**6. Приложение**

Школа № 4 окружена улицами Крылова, З.Космодемьянской.

Улиц а К р ы л о в а

СТАДИОН

Ш к о л а

У л и ц а З о и К о с м о д е м ь я н с к о й

 Фото 1. Саратовская область, г. Ртищево. Октябрь 2010 года. Улица Зои Космодемьянской. Второй ряд деревьев 30 метров от дороги.

Накипные лишайники – лепрария. Их слоевище обычно имеет порошистую структуру или вид сплошной корочки. Среда обитания деревья.



Фото 2. Дубрава «Третьяк». Леканора разнообразная. Lecanora allophana (Асh.) Rоhl. (= Lecanora subfusca var. allophana, = Lecanora subfusca var. Mesophana

Фото 3. Лецидея соредиозная - Lecidea sorediza Nуl. Дубрава «Третьяк».

Листоватые лишайники.

Фото 4. Фисция аиполия - Physcia aipolia (Ehrh.) Hampe. Внутренний двор школы.



Фото 5.Ксантория постенная (её ещё называют «стенная золотянка»). Xanthoria parietina, внутренний двор школы.

Фото 6. Пармелия бороздчатая - Parmelia sulcata Tayl. Ул. Крылова.

Фото 7. Канделярия одноцветная - Candelaria concolor (Dicks.) Stein. Ул. З.Космодемьянской.

Фото 8. Леканора разнообразная. Lecanora allophana (Асh.) Rоhl. (= Lecanora subfusca var. allophana, = Lecanora subfusca var. Mesophana. Ул. З.Космодемьянской

1. Ашихмина Т.Я. «Экологический мониторинг», Москва, Альма Матер, 2008. [↑](#footnote-ref-1)
2. Ашихмина Т.Я. «Экологический мониторинг», Москва, Альма Матер, 2008. [↑](#footnote-ref-2)
3. http://www.rus-nature.ru/03lich/index.htm Лишайники России. Список видов и родов. [↑](#footnote-ref-3)
4. Ашихмина Т.Я. «Экологический мониторинг», Москва, Альма Матер, 2008. [↑](#footnote-ref-4)