

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа с. Иваньрс
Лунинского района Пензенской области

Тема работы:

«Анализ видового состава и экологических особенностей лишайников леса
в окрестностях села Иваньрс»

Автор: Котельникова Ксения Александровна, 9 класс
20.11.2005 г.р.

Научный руководитель: Наумова Екатерина Викторовна,
учитель биологии и химии МБОУ СОШ с. Иваньрс
Лунинского района Пензенской области

2021 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ПРОБЛЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	4
1.1. Общая характеристика лишайников.....	4
1.2. Особенности распространения и экологические группы лишайников.....	4
1.3. Зависимость распространения лишайников от условий среды	6
2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	7
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	9
ВЫВОДЫ	15
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	16
ПРИЛОЖЕНИЯ	17

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Лишайники – широко распространенная группа симбиотических организмов, обычно растущих на камнях или древесных стволах, реже на почве и получающих необходимую им для жизни влагу из атмосферы. Лишайники, в силу своих биологических особенностей, являются уязвимым компонентом биоценозов. Важность проведения флористических и таксономических исследований лишайников обусловлены отсутствием полных данных по флоре лишайников Пензенского региона, в то время как под влиянием увеличивающегося антропогенного воздействия происходит стремительное разрушение естественных местообитаний этих чувствительных к стрессам организмов, сокращение численности и, нередко, исчезновение видов. Тем самым, видовое разнообразие лишайников и особенности их произрастания на определенной территории напрямую зависят от условий среды данной территории и наличия пригодных для жизнедеятельности субстратов

В связи с этим, актуальным становится изучение состава флористической фауны лишайников на территории леса в окрестностях с. Иванырс, экологических особенностей их произрастания и зависимости видового разнообразия и распространения от условий окружающей среды. Несмотря на длительную историю лишайниковых исследований, до сих пор остаются территории, почти не изученные на предмет разнообразия лишайниковой флоры. В научных изданиях имеются только сводные данные по Лунинскому району и в целом по Пензенской области. Не менее важно и изучение роли загрязненности воздуха на видовое разнообразие, так как в настоящее время деятельность человека оказывает особо губительную роль не только на лишайники, но и на все живые организмы. Особый интерес в данном случае представляет то, что и сами лишайники являются своего рода индикаторами чистоты воздуха, так как по их видовому составу, произрастающим жизненным формам и распространенности можно понять, насколько атмосфера загрязнена или чиста.

Гипотеза исследования: видовое разнообразие лишайников и особенности их экологического распространения зависят напрямую от условий окружающей среды, а их разнообразие является показателем чистоты воздуха.

В связи с этим **целью данной работы** является: изучение лишайниковой флоры леса в окрестностях с. Иванырс.

Для реализации поставленной цели нами были поставлены следующие **задачи**:

1. Проанализировать имеющуюся по данной проблеме литературу.
2. Описать теоретические данные по характеристике лишайников, особенностям их распространения и образуемым экологическим группам, зависимости распространения лишайников от условий среды.
3. Выявить видовой состав флоры лишайников и определить их жизненные формы.
4. Описать эколого-субстратные группы изучаемых объектов.
5. Изучить роль лишайников как биоиндикаторов.

Исследования проводились на территории леса в окрестностях с. Иванырс Лунинского района Пензенской области с сентября по ноябрь 2020 г.

Практическая значимость данной работы определяется тем, что полученные нами результаты могут быть использованы при изучении лишайниковой флоры Лунинского района другими исследователями. Кроме того, данные по загрязнению воздуха лесопилкой могут послужить толчком к применению в организации ее деятельности более экологичных средств добычи и обработки деревьев.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ПРОБЛЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Общая характеристика лишайников

Лишайники – очень необычные и загадочные представители живой природы. К.А. Тимирязев назвал их «растения – сфинксы». В те времена их действительно относили к растениям, но современные исследователи помещают их в Царство грибов. Лишайники образованы двумя различными организмами. Одним из таких организмов является микобионт (гриб), вторым – фотобионт (водоросль или, у некоторых видов, цианобактерия). Раньше цианобактерии называли сине-зеленые водоросли. Иногда цианобактерии присутствуют в лишайниках, образованных грибом и водорослью, в качестве третьего компонента в специальных образованиях, получивших название цефалодии.

Большинство грибов, входящих в состав лишайников, относятся к классу сумчатых. Водоросли – преимущественно зеленые. Из одноклеточных – наиболее широко распространена в лишайниках требуксия (*Trebouxia*) – встречается более чем у 50% видов лишайников, из нитчатых – трентеполия (*Trentepohlia*). Нитчатые водоросли распадаются внутри лишайника на отдельные клетки. Из цианобактерий встречаются носток (*Nostoc*) и стигонема (*Stigonema*).

В отличие от других растений, тело лишайника на корень, стебель и листья не расчленено. Однако вегетативное тело лишайника – таллом (слоевище) очень разнообразно по форме и окраске. Обычно различают три основных типа таллома: накипный, листоватый и кустистый.

Таллом накипных лишайников имеет вид гладкой, зернистой или бугорчатой корочки, настолько плотно приросший к субстрату, что отделить его от субстрата невозможно. Накипный таллом развивается на поверхности субстрата или внутри него и тогда на поверхности субстрата видны только плодовые тела лишайникового гриба.

У листоватых лишайников таллом в виде пластинок, иногда довольно крупных, или чешуек. К субстрату он прикрепляется с помощью ризин, ризоидов или гомфа. Все эти структуры образованы только грибом и в отличие от корней высших растений не имеют сосудов для проведения воды и питательных веществ. Они служат только для прикрепления лишайника к субстрату.

Таллом кустистых лишайников не всегда напоминает кустик. Иногда это отдельные вертикальные, не ветвящиеся или слабо ветвящиеся выросты, напоминающие палочки, кубки. Кустистый таллом срастается с субстратом только своим гомфом и растет либо вертикально или наискосок вверх, либо свисая вниз, что обычно характерно для видов, растущих на ветвях и стволах деревьев, иногда на других субстратах.

Таким образом, лишайники являются сложными симбиотическими организмами, включающими, состоящие из мицелиев грибов и одноклеточных водорослей. Они имеют органов, как высшие растения, однако по форме могут быть накипными, листоватыми и кустистыми.

1.2. Особенности распространения и экологические группы лишайников

Лишайники широко распространены по земному шару, но в связи с медленным ростом, слабой способности к конкуренции, и возможностью заселять субстраты мало пригодные для других организмов, они встречаются в весьма специфичных экотопах.

Экологические группы лишайников, как правило, выделяют по особенностям субстрата.

Эпилитные лишайники поселяются на камнях и скалах. В основном накипные, например, космополит ризокарпон географический (*Rhizocarpon geographicum*), встречается на скалах от Арктики до тропиков. Принимают участие в биологическом выветривании горных пород.

Эпигейные лишайники – напочвенные лишайники и лишайники замшелых субстратов. Виды этой группы должны выдерживать сильную конкуренцию со стороны быстрорастущих высших растений, особенно травянистых. Поэтому они редко встречаются на плодородных почвах и достигают максимума развития в местах, непригодных для произрастания высших растений в связи с незначительной питательностью субстрата или неблагоприятными климатическими условиями, например, на песчаных почвах, торфяниках, в тундре. Напочвенные лишайники могут расти как на открытых местах, так и в лесах. Лишайники открытых пространств произрастают вдоль дорог, на старых пожарищах, на бедных сухих и болотистых лугах, на опушках: пельтигера собачья (*Peltigera canina*), пельтигера бородавчатая (*Peltigera aphthosa*), пельтигера прорывающаяся (*Peltigera erumpens*), «исландский мох» (*Cetraria islandica*), стереокаулон войлочный (*Stereocaulon tomentosum*), различные виды рода кладония (*Cladonia*). Особенно пышно разрастаются напочвенные лишайники открытых пространств в тундре и лесотундре, где часто занимают громадные площади и определяют характер ландшафта: кладония оленья (*Cladonia rangiferina*), кладония приальпийская (*Cladonia alpestris*), кладония лесная (*Cladonia sylvatica*). Кроме них здесь растут различные кустистые виды рода цетрария (*Cetraria*), виды родов алектория (*Alectoria*), стереокаулон и др. Виды кладоний и цетрарий произрастают и на территории нашего региона.

К представителям напочвенных лишайников лесов близко примыкают по своей экологии лишайники, развивающиеся на гниющих пнях и на основаниях стволов деревьев. В большинстве своем они теневыносливы и влаголюбивы. Это цетрария сосновая (*Cetraria pinastri*), кладония пальчатая (*Cladonia digitata*), упомянутые уже виды кладоний, составляющие «олений мох», и т.д. Эти виды являются переходными к следующей экологической группе

Эпифитные лишайники поселяются на ветвях и стволах деревьях и кустарниках. Расселение лишайников связано с освещением, структурой и кислотностью коры. Среди них также можно выделить несколько подгрупп: эпифилльные лишайники, растущие на листьях деревьев и кустарников; настоящие эпифитные лишайники, растущие на коре; и эпиксилные лишайники, растущие на обнаженной и обработанной древесине. На осине часто встречаются золотнянка стенная (*Xanthoria parietina*), эверния сливовая (*Evernia prunastri*), пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*), на хвойных – уснея длиннейшая (*Usnea longissima*).

Водные лишайники постоянно или большую часть года проводят под водой. Настоящие подводные лишайники обычно селятся в прозрачной чистой воде и обитают на глубине в несколько метров, так дерматокарпон речной (*Dermatocarpon weberi*) покрывает камни ручьев и озер Карелии.

Между собственно водными и наземными видами есть ряд переходных по обитанию видов. Они то живут под водой, то селятся на периодически омываемых водой местах, то только близ воды, довольствуясь в этом случае испаряющейся влагой, брызгами от водопадов или прибоя. Наконец, есть виды, которые могут выдерживать длительное случайное затопление, но обычно живут вне воды. Это ризокарпон темный (*Rhizocarpon obscuratum*), лецидея беловато-голубоватая (*Lecidea albicoerulescens*) и др.

Таким образом, лишайники произрастают на различных субстратах и в разных климатических условиях. При этом, многие виды произрастают только в определенных условиях и могут быть отнесены только к одной из эколого-субстратных группы, а некоторые являются переходными. В целом по отношению к субстрату выделяют 4 группы лишайников: эпифитные, эпигейные, эпилитные и водные.

1.3. Зависимость распространения лишайников от условий среды

Наиболее чувствительными к условиям окружающей среды являются эпифитные лишайники, так как стволы деревьев подвергаются более сильной циркуляции воздуха круглогодично, и эпифиты получают все необходимые вещества из атмосферы, а дерево служит им только местом для прикрепления. Лишайники-эпифиты, т.е. лишайники, обитающие на коре деревьев, являются организмами, наиболее чувствительными к изменению содержания в воздухе ряда химических элементов и соединений, входящих в состав выбросов большинства промышленных производств. К числу важнейших по влиянию на окружающую среду химических веществ этого ряда относятся сернистый ангидрид, окислы азота, тяжелые металлы, фториды.

Эпифитные лишайники обитают в более однородных условиях существования, чем напочвенные и эпилитные лишайники. Существует факт, что при повышении загрязненности воздуха первыми исчезают кустистые, затем листоватые и потом уже накипные формы лишайников.

Тем самым, лишайниковая флора является лучшим индикатором загрязнения окружающей среды, так как численность и видовой состав лишайников резко возрастают или убывают на определенном расстоянии от источника загрязнения. При этом у лишайников наблюдаются морфологические изменения, а также накопление элементов загрязненного воздуха. Они способны аккумулировать тяжелые металлы, что используется при составлении карт загрязненности городов и территорий.

Причины использования лишайников в биоиндикации следующие: некоторые виды лишайников тонко реагируют на изменение химического состава окружающей среды, исчезая из состава лишайнофлоры; способны накапливать отдельные химические элементы (U, S, Fe, Al, Cu, Zn) и их соединения; лишайники долгоживущие, что позволяет вести мониторинговые исследования; при высыхании таллома концентрация токсических веществ увеличивается до летального уровня.

Для индикации химического состава атмосферы и степени загрязнения ландшафтов в качестве биоиндикаторов наиболее часто используют эпифитные (растущие на деревьях) и напочвенные кустистые лишайники из родов *Usnea*, *Cetraria*, *Alectoria*, способные чутко реагировать на колебания химического состава атмосферного воздуха. Есть устойчивые к загрязнению лишайники, например *Hypogimnia phsodes*, *Xanthoria parietina*.

Тем самым, в распределении лишайников в зависимости от условий среды имеется ряд закономерностей: чем более загрязнен воздух, тем меньше встречается видов и меньшую площадь на стволах деревьев они покрывают. Кроме того, по мере приближения к источнику загрязнения слоевища лишайников становятся толстыми, компактными и почти совсем утрачивают плодовые тела, обильно покрываются соредиями. Дальнейшее загрязнение воздуха приводит к тому, что лопасти лишайников окрашиваются в беловатый, коричневый или фиолетовый цвет, их талломы сморщиваются, и лишайники погибают.

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для исследования видового состава лишенофлоры послужили образцы лишайников, собранные нами на территории леса в окрестностях с. Иванырс в период с сентября по ноябрь 2020 г. Сбор материала проводился маршрутным методом.

Анализ видового разнообразия лишенофлоры изучаемых участков включал в себя сбор, фотографирование и определение образцов лишайников.

В качестве оборудования были использованы: лупы, перочинный нож, формы записи результатов полевых исследований, фотоаппарат.

При анализе лишенофлоры использовали следующие методы:

- 1) полевой – сбор материала маршрутным методом в природных условиях.
- 2) камеральный – определение собранных видов лишайников в кабинете биологии.

Видовую принадлежность лишайников устанавливали с помощью следующих определителей:

1) Мучник, Е. Э. Учебный определитель лишайников Средней России: учебнометодическое пособие / Е. Э. Мучник, И. Д. Инсарова, М. В. Казакова. – Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина, 2011. – 360 с.

2) Лишайники России. – Режим доступа: <http://ecosystema.ru/08nature/lich/index.htm>

При изучении экологии произрастания лишайников и зависимости видового разнообразия от состояния окружающей среды нами сравнивалась лишенофлора основной площадки исследования, располагающейся на территории леса в окрестностях с. Иванырс, с площадкой леса, находящегося около лесопилки.

На каждом участке была выбрана площадка с 15 модельными деревьями сосны обыкновенной.

Изучение состояния воздуха, влияющее на видовое разнообразие лишайников, определялось посредством применения следующих показателей:

1) встречаемость, которая характеризует степень равномерного распределения лишайников на стволах деревьев. Так, если более чем на 10 деревьях исследуемой территории встречается один вид лишайников, то можно говорить об их равномерном распределении;

2) проективное покрытие – площадь исследуемых деревьев, которая занята слоевищами лишайников. При визуальном определении проективного покрытия определяется отношение проекции слоевища к общей площади исследования, принимаемой за 100 %;

3) численность вида – показатель, характеризующий число вида того или иного лишайника на конкретной территории. Данный показатель определяется по соотношению двух предыдущих показателей.

Данные показатели соотносились в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Оценки частоты встречаемости и степени покрытия по пятибалльной шкале

Чистота встречаемости (в %)		Степень покрытия		Балл оценки
Очень редко	Менее 5%	Очень низкая	Менее 5%	1
Редко	5-20%	Низкая	5-20%	2
Редко	20-40%	Средняя	20-40%	3
Часто	40-60%	Высокая	40-60%	4
Очень часто	60-100%	Очень высокая	60-100%	5

На основании расчета средних значений показателей встречаемости и покрытия для каждого типа таллома лишайников – накипных (Н), листоватых (Л) и кустистых (К) мы определяли индекс ОЧВ согласно следующей формуле:

$$\text{ОЧВ} = (\text{Н} + 2\text{Л} + 3\text{К})/30,$$

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.

Проективное покрытие и встречаемость отдельных экологических групп лишайников определялись от начала основания дерева до высоты 1,3 м от почвы.

В ходе оценки загрязнения воздуха на исследуемой территории на основании встречаемости лишайников мы опирались на следующие установленные наукой закономерности:

- на частоту встречаемости лишайников напрямую влияет степень загрязненности окружающее среды и в частности воздуха;
- уровень загрязненности определяет площадь покрытия лишайниками стволов исследуемых деревьев и, наоборот, по проектируемому покрытию мы можем определить степень чистоты или загрязнения воздуха;
- наиболее чувствительными к загрязнению воздуха являются кустистые лишайники (чем более загрязненный воздух, тем меньше вероятности встретить их на деревьях, при очень сильном загрязнении они вообще не произрастают), затем листовые и очень низкую чувствительность имеют накипные. Кроме того, в целом при высокой концентрации загрязняющих веществ лишайники либо становятся очень малочисленными (причем произрастают только накипные формы), либо образуются так называемые «лишайниковые пустыни».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Лишайники представляют собой достаточно разнородную группу, представители которой имеют специфические особенности биологии, морфологии и экологии.

В ходе исследования нами было изучено видовое разнообразие и экологические особенности произрастания лишайников на территории леса в окрестностях села Иваньрс. Из 256 видов, произрастающих на территории Пензенской области, нами были обнаружено и определено 16 видов следующих родов лишайников: гипоценомице, вульпицида, гипогимния, кладония, ксантория, леканора, пармелия, пармелиопсис, уснея, фисция, эверния.

При рассмотрении субстратной приуроченности лишайников были выделены следующие эколого-субстратные группы лишайников: эпифитные, произрастающие на живых деревьях, и эпигейные, растущие на отмерших стволах или ветвях, пнях, почве и основаниях деревьев. При этом стоит отметить, что видовое разнообразие эпифитных лишайников изучалось на соснах, так как сам лес является сосновым.

В Приложении на рисунке 1 представлены фотографии эпифитных лишайников в местах их произрастания, на рисунке 2 – эпигейных. В таблице 1 представлены эпифитные виды (произрастающие на стволах живых деревьев) лишайников и их распределение по группам.

Таблица 1 – Видовое разнообразие эпифитных лишайников

№ п/п	Группа лишайников	Представители
1	Накипные	1. Гипоценомице ступенчатый (<i>Hypocenomyce scalaris</i>) 2. Леканора блошиная или сосновая (<i>Lecanora pinastri</i>)
2	Листоватые	1. Вульпицида сосновая (<i>Vulpicida pinastri</i>) 2. Гипогимния вздутая (<i>Hypogymnia physodes</i>) 3. Ксантория настенная (<i>Xanthoria parietina</i>) 4. Ксантория обманчивая (<i>Xanthoria fallax</i>) 5. Пармелия бороздчатая (<i>Parmelia sulcata</i>) 6. Пармелиопсис сомнительный (<i>Parmeliopsis ambigua</i>) 7. Фисция восходящая (<i>Physcia adscendens</i>)
3	Кустистные	1. Уснея жёстковолосатая (<i>Usnea hirta</i>) 2. Эверния мезоморфная (<i>Evernia mesomorpha</i>) 3. Эверния сливовая (<i>Evernia prunastri</i>)

Исходя из данных таблицы 1, было получено следующее процентное соотношение обнаруженных нами эпифитных видов лишайников в зависимости от типа строения слоевища (таблица 2 и рисунок 1):

Таблица 2 – Соотношение жизненных форм лишайников, в %

№ п/п	Группа лишайников	Встречаемость, в %
1	Накипные	16
2	Листоватые	58
3	Кустистные	26

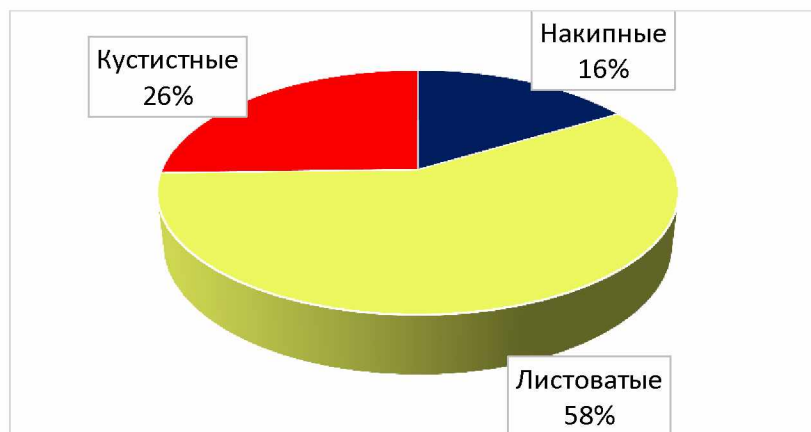


Рисунок 1 – Соотношение жизненных форм лишайников, в %

Следовательно, среди эпифитных лишайников на исследуемой нами территории преобладающее количество занимают листоватые лишайники, чуть менее выражены кустистые и в очень малом количестве (практически в единичном) были обнаружены накипные. При этом, как мы видим из рисунка 1 Приложения, на одном дереве может произрастать несколько разных видов лишайников, относящихся к отличающимся типам по особенностям строения слоевища. То есть на одном растении могут произрастать не только разные виды, но и разные эколого-субстратные группы (накипные, листоватые и кустистые) лишайников совместно.

При изучении видового разнообразия, также была установлена их приуроченность к субстратам. Так, были установлены следующие закономерности распределения лишайников по стволам деревьев:

- листоватые лишайники (пармелия бороздчатая, гипогимния вздутая, пармелиопсис сомнительный, фисция восходящая, вульпицида сосновая) располагаются выше прикорневой зоны и вплоть до конца стволов деревьев, однако на высоте более 2-2,5 метров встречаются уже небольшие группировки или одиночные слоевища лишайников, и на ветвях. Также данную зону занимают и накипные лишайники (леканора и гипоценомице).

- кустистые лишайники (уснея жёстковолосатая, эверния мезоморфная и эверния сливовая) были обнаружены на некоторых деревьях на высоте не более 2 м.

Следует подчеркнуть, что накипные виды лишайников на данной территории были встречены нами только в единичных экземплярах на окраине леса. Также единичным слоевищем произрастала и уснея жестковолосатая, которая занесена в Красную книгу нашей области со статусом 3 – редкий вид.

Среди эпигейных лишайников встречались в основном представители следующих видов рода кладония:

- 1) Кладония бахромчатая (*Cladonia fimbriata*);
- 2) Кладония оленья (*Cladonia rangiferina*);
- 3) Кладония бесформенная (*Cladonia deformis*);
- 4) Кладония лесная (*Cladonia arbuscula*).

Стоит отметить, что на территории леса с. Иваньрс эпигейные лишайники встречаются в основном на почве, мхах и большое количество – на основаниях стволов деревьев. Причем, лишайники, произрастающие на основаниях стволов деревьев (кладония бахромчатая) встречаются практически на всех соснах.

Таким образом, в результате проведения исследования впервые установлено, что флора лишайников в лесу, находящегося в окрестностях села Иваньрс, насчитывает 16 видов

относящихся к 11 родам. Кроме того, было выявлено, что 12 определенных нами видов являются эпифитными, а 4 – эпигейными. Процентное соотношение видов лишайников, относящихся к разным эколого-субстратным группам, представлено в таблице 3 и на рисунке 2.

Таблица 3 – Соотношение эколого-субстратных групп лишайников, в %

№ п/п	Эколого-субстратная группа	Количество видов, в %
1	Эпигейные	75
2	Эпифитные	25

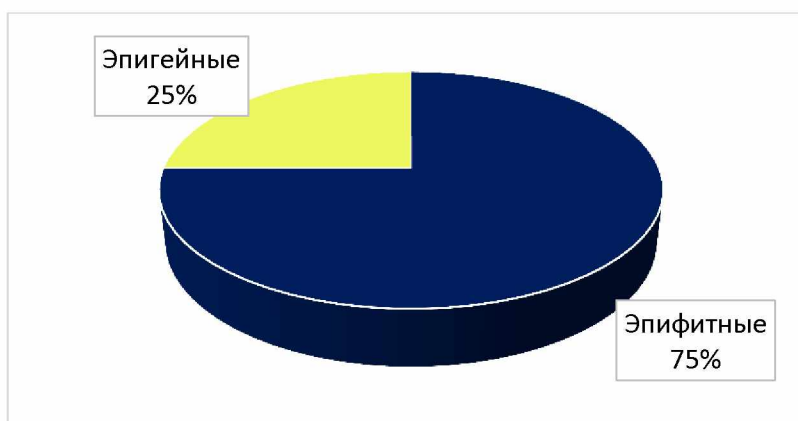


Рисунок 2 – Соотношение эколого-субстратных групп лишайников, в %

Изучение состояния слоевищ лишайников показало, что они находятся в хорошем состоянии и не имеют повреждений. По литературным данным, чаще всего фиксируемыми показателями поражений лишайников, вызываемых разными факторами условий среды (загрязнение воздуха, вырубка лесов, пожары и т.д.), являются видимые повреждения, такие как обесцвечивание или деформация слоевища, изменения в структуре сообщества (богатство видов или уровень проективного покрытия). В нашем случае лишайники не имеют указанных повреждений, соответствуют ботаническому описанию по цвету и структуре слоевища. Кроме того, уровень проективного покрытия лишайников на исследуемой территории достаточно высок, так как лишайники покрывают практически всю поверхность многих деревьев до высоты 1,5 – 2 м.

Как нами было установлено в литературных данных, лишайники являются группой растений, численность и видовое разнообразие которых напрямую зависит от состояния воздуха и окружающей среды. Так, не смотря на нормальный температурный режим, оптимальное количество влаги и питательных веществ, поглощаемых ими из деревьев, почвы, или гниющей древесины, их численность и разнообразие может значительно варьировать при наличии или отсутствии загрязнителей. Давно известным фактом является то, что в городской среде их видовое разнообразие сводится к одному или 2-3 видам, которые могут приспосабливаться к загрязненной окружающей среде.

В своем исследовании мы решили выяснить, может ли повлиять лесопилка на состояние лишайников, их разнообразие и численность. Для этого мы сравнили видовое разнообразие лишайников леса в окрестностях села Иванырс, в котором проходило исследование, с видовым разнообразием, разнообразием жизненных форм и численностью лишайников, находящейся в лесном массиве на площадке в непосредственной близости от лесопилки.

Для этого, нами сравнивалось видовое разнообразие на двух участках:

- 1) на территории леса в окрестностях с. Иванырс;
- 2) на территории около леса около лесопилки.

На основании полученных данных определялась чистота воздуха исследуемых территорий для подтверждения гипотезы о том, что на распространение и видовое разнообразие лишайников влияет состояние окружающей среды, а именно, чистоты воздуха.

В первую очередь нами было отмечено, что на площадке леса около лесопилки отсутствуют эпифитные кустистые лишайники. Представлены только эпигейные, произрастающие в основном на пнях, обломленных стволах и ветвях деревьев, мхе. В небольшом количестве они выявлены на основаниях стволов деревьев.

Среди эпифитных видов нами найдены 6 видов лишайников:

1. Накипные: гипоценомице ступенчатый (*Hypocenomyce scalaris*), леканора блошиная или сосновая (*Lecanora pinastri*)

2. Листоватые: вульпицида сосновая (*Vulpicida pinastri*), гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes*), пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*), фисция восходящая (*Physcia adscendens*).

На основаниях стволов в очень малом количестве найдена кладония бахромчатая.

Эпигейные лишайники представлены 2-мя видами:

- 1) Кладония бахромчатая (*Cladonia fimbriata*);
- 2) Кладония бесформенная (*Cladonia deformis*).

На территории участка леса около лесопилки выявлено только 4 вида листоватых, 2 – накипных видов лишайников. Также выявлено 2 вида эпигейных представителя лихенофлоры. 1 вид – кладония бахромчатая – является кустистым лишайником, произрастающим на основаниях деревьев. При расчете встречаемости и проективного покрытия мы его также учитываем, как и в случае первого участка. Следовательно, на исследуемом участке видовое разнообразие ниже, чем на территории участка леса в окрестностях села Иванырс. Кроме того, на данном участке проектируемое покрытие эпифитных накипных лишайников больше, а кустистые встречаются одиночными талломами.

Исходя из отличия видового разнообразия на двух участках, можно сделать вывод о том, что именно расположение лесопилки в близости от произрастания лишайников оказывает негативное воздействие на состояние окружающей среды, а, следовательно, и воздуха.

Для экспериментального подтверждения данных утверждений нами определялся индекс относительной чистоты воздуха (ОЧВ). Согласно методике расчета данного показателя учитываются виды, растущие у основания, поэтому в данном случае в расчет брали кладонию бахромчатую, произрастающую у оснований сосен. Следовательно, всего в при определении встречаемости видов и их проективного покрытия нами были взяты 13 видов (12 эпифитных и 1 произрастающий на основаниях деревьев) участка на территории леса с. Иванырс и 7 – на территории около лесопилки (6 эпифитных и 1 произрастающий на основаниях стволов деревьев).

Изучив видовое разнообразие разных накипных, листоватых и кустистых жизненных форм лишайников, мы рассчитали их встречаемость, определили проектируемую поверхность лишайников на обоих участках, и, исходя из данных величин, оценили в балльной системе численность изучаемых объектов.

В таблице 4 представлена встречаемость (в %) видов лишайников разных жизненных форм, проективное покрытие (в %), оценка их численности на первой (в лесу около с. Иванырс)

и второй (в лесу около лесопилки) площадке. На основании этих данных был рассчитан индекс ОЧВ, численные показатели которого также отражены в таблице.

Таблица 4 – Соотношение показателей для определения относительной чистоты воздуха на площадках эксперимента

№ п/п	Тип слоевища лишайников	Показатели по участкам							
		Встречаемость, в %		Проективное покрытие, в %		Балл оценки численности		Индекс ОЧВ	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	Накিপные	15	29	менее 5	20-30	1	3	0,67	0,4
2	Листоватые	54	57	70-80	30-40	5	3		
3	Кустистые	31	14	30-40	5	3	1		

На рисунке 3 графически представлено соотношение встречаемости видового разнообразия накипных, листоватых и кустистых жизненных форм лишайнофлоры на исследуемых территориях.

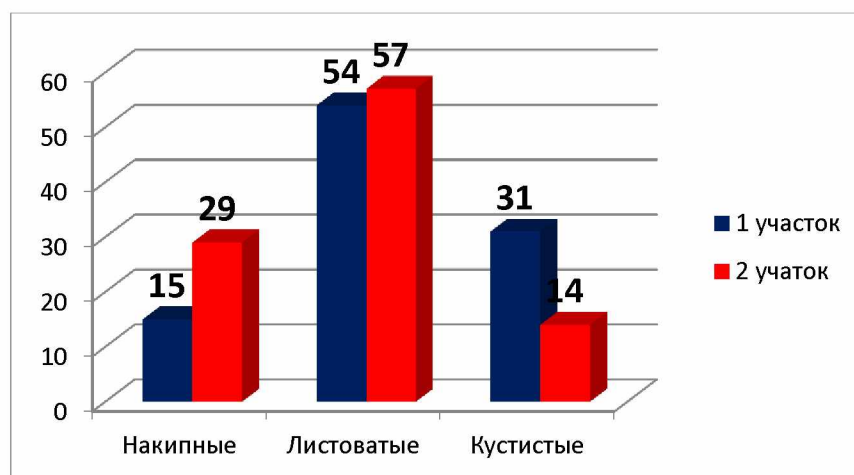


Рисунок 3 – Соотношение показателя встречаемости разных жизненных форм лишайников по участкам, в %

На рисунке 4 отражено соотношение оценки численности по баллам изучаемых жизненных форм лишайников.

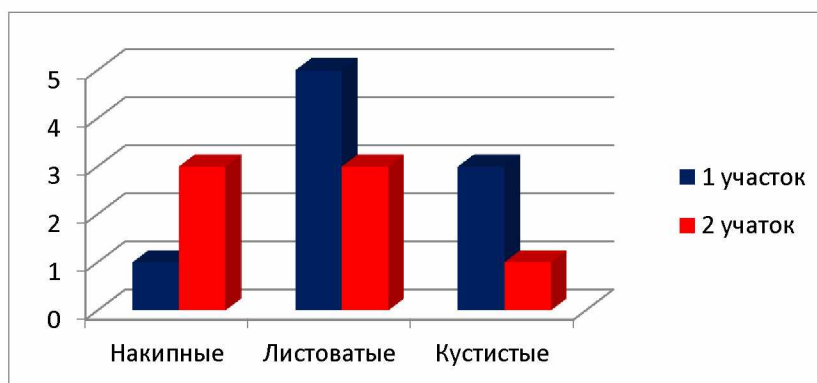


Рисунок 4 – Соотношение баллов оценки численности разных жизненных форм лишайников по участкам

В результате анализа перечисленных выше показателей, нами был рассчитан индекс относительной чистоты воздуха. Данные, полученные в ходе данного расчета отражены в таблице 4 и на рисунке 5.

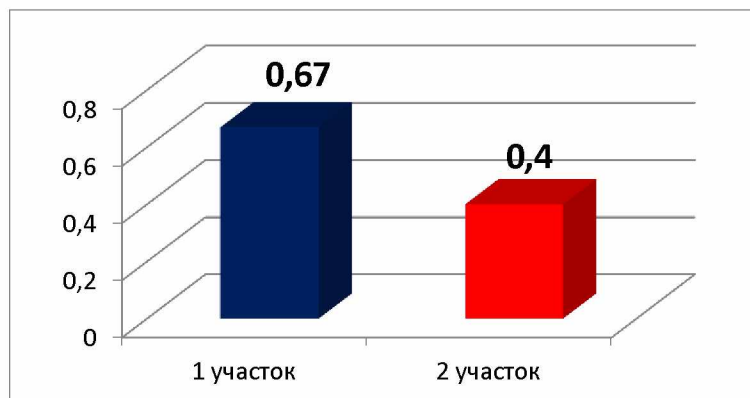


Рисунок 5 – Значения индекса ОЧВ на исследуемых участках

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что на участке леса, находящемся около лесопилки воздух является более загрязненным, что влияет на видовое разнообразие, и связано с используемыми в ходе обработки спиленных деревьев веществ, а также выделением загрязнителей при непосредственном спиле деревьев. Кроме того, на наш взгляд, изменение видового состава лишайниковой флоры может быть также связано с негативным влиянием и самой вырубке леса, так как снижается численность пригодных для обитания лишайников субстратов.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе проведения исследования были сделаны следующие выводы, соответствующие поставленным задачам исследования.

1. Проанализирована литература по проблемам определения видового разнообразия лишайников, определения типов слоевищ и методам использования лишайников в качестве биоиндикаторов.

2. Выявлен видовой состав флоры лишайников. На территории леса в окрестностях села Иванырс нами было обнаружено в целом 16 видов лишайников, относящихся к 11 родам: гипоценомице, вульпицида, гипогимния, кладония, ксантория, леканора, пармелия, пармелиопсис, уснея, фисция, эверния. Среди 16 видов один обнаруженный нами – уснея жестковолосистая – является лишайником, занесенным в Красную книгу Пензенской области со статусом 3 (редкий вид).

3. Определены жизненные формы лишайников. Из 16 описанных видов лишайников на исследуемой территории 2 вида лишайников являлось накипными формами, 7 видов - листоватыми, 7 - кустистыми.

4. Описаны эколого-субстратные группы изучаемых объектов. Так, лишайнофлора была подразделена на 2 эколого-субстратные группы в зависимости от субстрата, на котором они произрастают: эпифитные и эпигейные лишайники. К эпифитным, населяющим стволы деревьев отнесено 12 видов (2 накипных, 7 листоватых и 3 кустистых лишайника), к эпигейным – 4 вида кустистых лишайников.

5. Изучена роль загрязненности воздуха на видовое разнообразие разных эколого-субстратных групп лишайников. В ходе начале данного исследования мы предположили, что на их встречаемость и проектируемое покрытие может повлиять лесопилка. Для подтверждения данного утверждения была сравнена лишайнофлора участка леса в окрестностях с. Иванырс и участка леса, находящегося в непосредственной близости с лесопилкой. При этом, в ходе данного эксперимента установлено, что ОЧВ на первом участке равен 0,67, а на втором – 0,4. Следовательно, на участке леса, находящемся около леса у лесопилки воздух является более загрязненным, что на наш взгляд связано с используемыми и выделяемыми в ходе обработки и спила деревьев веществами. Кроме того, влияние оказывает и сама рубка, так как снижается число субстратов, пригодных для произрастания лишайников.

Таким образом, в ходе исследования нами достигнута первоначальная гипотеза о том, что видовое разнообразие лишайников и особенности их экологического распространения зависят напрямую от условий окружающей среды, а их разнообразие является показателем чистоты воздуха.

В заключении необходимо подчеркнуть, что для увеличения видового разнообразия лишайников на территории леса около лесопилки следовало бы выкорчевывать пни и на их месте высаживать новые деревья, которые могут стать субстратом для произрастания уже имеющихся или новых видов лишайников.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманов О.А., Нуркенова А.Т. Современное состояние лишайниковой флоры на территории Дегелен Семипалатинского испытательного полигона // Актуальные проблемы экологии: II Междун. науч.-практ. конф. — Караганда, 2014. — С. 231–232.
2. Васюков В.М., Кане Р.Р. Аннотированный список лишайников Пензенской области // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. Естественные науки. — 2006. — № 1(5). — С. 24-29.
3. Инсарова И.Д., Инсаров Г.Э. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. — Л.: Гидрометеиздат, 1989. — Т. 12. — С. 113–175.
4. Красная книга Пензенской области. Т. 1: Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения / Науч. ред. А. И. Иванов. — Изд. 2-е. — Пенза: Пензенская правда, 2013. — 300 с.
5. Лишайники России. — Режим доступа: <http://ecosystema.ru/08nature/lich/index.htm>
6. Мучник Е.Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-методическое пособие. — Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина, 2011. — 360 с.
7. Панасенко Н.Н. Микология. Учебно-методическое пособие. Изд. 2-е, перер. и доп. / Сост.: Н. Н. Панасенко. — Брянск: РИО БГУ, 2012. — 146 с.
8. Распространение и экологические группы лишайников. — Режим доступа: <http://ecosystema.ru/08nature/lich/i04.htm>
9. Толпышева Т.Ю., Шишконокова Е.А. Лишайники природного парка «Нумто». Краткий определитель. — Екатеринбург : Ассорти, 2018. — 187 с.
10. Флора лишайников России: биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников / Андреев М.П. и др.; отв. ред. М.П. Андреев, Д.Е. Гимельбрант. — М.; СПб.: Товарищество науч. изд. КМК, 2014. — 392 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ



Рисунок 1. Эпифитные лишайники:

А – 1) гипогимния вздутая, 2) пармелия бороздчатая, 3) усnea жёстковолосатая; Б – эверния мезоморфная; В – эверния сливовая; Г – 1) пармелия бороздчатая, 2) вульпицида сосновая, 3) гипогимния вздутая, 4) гипоценомице ступенчатый; Д – 1) эверния сливовая, 2) фисция восходящая; Е – пармелиопсис сомнительный; Ж – леканора блошинная или сосновая; З - ксантория настенная.



А



Б



В



Г



Д

Рисунок 2. Эпигейные лишайники:

А – кладония оленья, Б – кладония лесная, В – кладония бахромчатая, Г – кладония бесформенная, Д – поляна кладоний в лесу

**Рецензия на научно-исследовательскую работу
ученицы 9 класса МБОУ СОШ с. Иванырс
Лунинского района Пензенской области
Котельниковой Ксении Александровны**

Для работы была выбрана тема «Анализ видового состава и экологических особенностей лишайников леса в окрестностях села Иванырс». Тема работы достаточно актуальна в настоящее время, поскольку выявление видового состава лишайнофлоры и изучение её эколого-географических особенностей – важная задача прикладных экологических исследований. Также, важность проведения таксономических и экологических исследований лишайников обусловлены отсутствием полных данных по флоре лишайников Пензенского региона, в то время как под влиянием увеличивающегося антропогенного воздействия происходит стремительное разрушение естественных местообитаний этих чувствительных к стрессам организмов, сокращение численности и, нередко, исчезновение видов. Кроме того, несмотря на длительную историю лишайнологических исследований, до сих пор остаются территории, почти не изученные на предмет разнообразия лишайнофлоры. К таким территориям относится и лес, находящийся в окрестностях с. Иванырс Лунинского района.

Котельникова Ксения в своей работе приводит выявленный видовой состав лишайнофлоры, жизненные формы, эколого-субстратные группы изучаемых объектов, роль лишайников как биоиндикаторов.

Исследовательская работа структурно выстроена правильно, логична, четко сформулированы цель и задачи, присутствуют моменты исследования научного характера и заключение по работе. Содержание отвечает выбранной теме, которая раскрыта достаточно, учитывая возраст автора работы.

В процессе подготовки и проведении работы Котельникова К.А. проявила исследовательские качества, самостоятельность в изучении большого объема специализированных источников информации, освоила методы биоиндикации, сбора и определения лишайников.

На мой взгляд данная работа имеет высокий потенциал, учитывая сложность определения видовой принадлежности того или иного лишайника. Продолжение исследования и расширение площадок эксперимента позволит определить большее число видов лишайнофлоры в с. Иванырс. Кроме того, исследование влияния лесопилки на состав флоры лишайников и их численность может быть проведено по трансектам для определения уровня оказываемого ею негативного воздействия. В ходе данного исследования мы также сможем выяснить, какие именно загрязнители выделяются в окружающую среду, описать уровень антропогенной нагрузки на территорию в целом.

Считаю, что исследовательский проект Котельниковой Ксении может быть представлен на научно-практической конференции и заслуживает высокой оценки.

Руководитель



Наумова Е.В.