

МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВОРЧЕСКИХ ПЕДАГОГОВ «ИССЛЕДОВАТЕЛЬ»

БЛАГОТВОРИТЕЛЬНЫЙ ФОНД СОЦИАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ «МОЙ ЭКВАТОР»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФЕСТИВАЛЬ «ЗОЛОТАЯ ЧЕРЕПАХА»



Антология работ учащихся
Всероссийского конкурса
юношеских исследовательских работ
им. В.И. Вернадского

МИКОЛОГИЯ



Сборник работ

Москва, 2024

УДК 00
ББК 94.3

Библиотека журнала «Исследователь/Researcher»

Серия
«Антология работ учащихся
Всероссийского конкурса юношеских исследовательских работ
им. В.И. Вернадского»

Под общей редакцией А.В. Леонтовича и А.С. Обухова
Составитель И.А. Смирнов

M59 Микология: сборник работ / Сост. И.А. Смирнов; Под общ. ред. А.В. Леонтовича и А.С. Обухова — М.: журнал «Исследователь/Researcher», 2024. — 45 с.

ISBN 978-5-91905-050-6

Серия «Антология Всероссийского конкурса юношеских исследовательских работ им. В.И. Вернадского» включает наиболее интересные исследования школьников и рецензии специалистов на эти работы за последнее десятилетие. Каждое издание серии посвящено определенному направлению в области естественных наук. В сериях Антологии размещены фотографии природы, флоры и фауны разных континентов из собрания платформы «Золотая Черепаха», которые любезно предоставлены Благотворительным фондом социальной поддержки «Мой экватор». Настоящее издание посвящено исследованиям школьникам в области микологии. Представляет интерес для школьников, интересующихся творческими задачами в области естественных наук, учителей, педагогов, общественности.

УДК 00
ББК 94.3

В сборник включены как образцовые исследования, так и требующие небольшой доработки, но при этом представляющие интерес в качестве примеров первых опытов в сфере исследовательской деятельности. Работы печатаются без приложений и объемных иллюстраций. Статьи опубликованы в авторской редакции, редколлегия не несет ответственности за орфографические и стилистические ошибки.

Издано при поддержке международного фестиваля «Золотая черепаха»

© Межрегиональное общественное Движение творческих педагогов «Исследователь», 2024
© Оргкомитет юношеских Чтений им. В.И. Вернадского, 2024
© Журнал «Исследователь/Researcher», 2024
© Международный фестиваль «Золотая черепаха», 2024
© Школа № 1553 имени В.И. Вернадского, 2024

ISBN 978-5-91905-050-6

СОДЕРЖАНИЕ

К читателю. Обращение руководителя секции Смирнов И.А.	4
--	---

ИССЛЕДОВАНИЯ ГРИБОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ – СЛИЗЕВИКОВ (МИСКОМИЦЕТ)

МИКСОМИЦЕТЫ ТРАВЯНОГО ОПАДА МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Солдатенкова Анастасия Андреевна ГБОУ Школа № 171, МОСКВА	6
--	---

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИХЕНИЗИРОВАННЫХ ГРИБОВ (ЛИШАЙНИКОВ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИШАЙНИКОВОГО КОМПОНЕНТА БИОТЫ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ЦИМЛЯНСКИЕ ПЕСКИ»

Малахова Екатерина Юрьевна ЧОУ СО «ЧИШ», ВОЛГОГРАД	14
---	----

КОНКУРЕНТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ЭПИЛИТНЫХ ЛИСТОВАТЫХ ЛИШАЙНИКОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА МАЛИНОВАРАККСКОГО СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ЛОУХСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Попова Дарья Сергеевна АНОО «Хорошевская школа», МОСКВА	22
--	----

ИССЛЕДОВАНИЯ ГРИБОВ-МАКРОМИЦЕТОВ

ОЦЕНКА ПОРАЖЁННОСТИ БАЗИДИАЛЬНЫМИ МАКРОМИЦЕТАМИ РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ СМЕШАННОГО ЛЕСА В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА МАЛИНОВАРАККСКОГО СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ЛОУХСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Петухова Варвара Андреевна ЧОУ «Хорошкола», МОСКВА	30
---	----



МИКОЛОГИЯ

ВСЕРОССИЙСКИЕ ЮНОШЕСКИЕ ЧТЕНИЯ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО

Работы по грибам и грибоподобным организмам поступали на Чтения Вернадского каждый год. Такие работы выполняются как в полевых условиях, так и в лаборатории, микробиологическими методами. Каждый раз возникал вопрос: к какой секции отнести такую работу – в ботанику, геоботанику, микробиологию? Работы по оценке загрязнения атмосферы методом лишеноиндикации направлялись на секции Инженерной экологии, а некоторые работы, посвященные исследованию слизевиков, в прошлые годы в свете современных представлений о мегасистематике живой природы были распределены даже на секцию зоологии беспозвоночных.

В 2018 г. впервые была предпринята попытка создать секцию, объединяющую исследования по грибам, в том числе и лишенизированным (т. е. лишайникам). В 2018 году к первому туру было допущено всего 5 работ из Новороссийска, Оренбурга, Брянск, Московской и Ростовской областей. В большинстве исследований (80%) объектами выступили грибы (трутовые грибы, микромицеты, микоризообразователи). Одна работа была посвящена выявлению видового состава лишайников.

В 2019 году, на второй год работы секции, значительно выросло как число поступивших работ (в 2019 году количество поступивших работ увеличилось почти в 3 раза), так и их качество. Впервые на секции была представлена работа регионального тура (Хакасский тур), а география проведенных исследований значительно расширилась и включила Магаданскую область и республику Саха (Якутия). Основным интерес также, как и в 2018 году, вызывали грибы-микромицеты (например, *Trichoderma*) и макромицеты (шляпочные, афиллофоровые грибы). Хочется отметить междисциплинарный характер работ (многие работы перенаправлены с других секций) и их практическую направленность: значительная часть работ по микромицетам посвящена контролю их развития на корневой системе растений при производстве микророзели или в кормах животных.

В 2020 году были представлены работы, выполненные на природных территориях, в том числе особо охраняемых. Мы получили работы из Волгоградской области, республики Крым, Новосибирской области, посвященные агарикоидам базидиомицетам и лишайникам. Особенно приятно отметить высокий уровень

лихенологических исследований, так как ранее данное направление не было представлено на секции. Интерес представляют и лабораторные исследования, объектами которых стали дрожжи и грибы отдела Ascomycota, направленные на изучение электромагнитного излучения и определения химического состава культуральной жидкости с целью выявления биологически активных веществ.

В 2022 году на секцию поступило 8 работ, большинство из которых были связаны с биотехнологией и биохимией грибов, а также технологией пищевых производств и контролем развития микроорганизмов (микромикетов) в пищевых продуктах, в частности хлебобулочных изделиях. Из интересных тем можно выделить: «Получение плодовых тел *Lentinula edodes* на сосновых опилках», «Фунгицидные свойства экзометаболита *Pelobates fuscus*» и «Сравнение кератинолитической активности микроскопических почвенных грибов». В то же время по сравнению с прошлыми годами заметно снижение числа работ, выполненных традиционными геоботаническими («полевыми») методами. Таких работ всего две: «Оценка поражённости базидиальными макромицетами различных участков смешанного леса в окрестностях деревни Нильмогуба Малиновараккского сельского поселения Лоухского района Республики Карелия» и «Исследование лишайников памятника природы «Бондаревский бор» Бейского района Республики Хакасия».

В 2024 году на секцию поступило 6 работ. Если в прошлые годы часто преобладали работы по изучению видового состава и особенностей экологии ксилотрофных грибов (в основном трутовиков) и лишайников, выполненные геоботаническими методами, то в 2024 году значительно выросла доля работ, направленных на культивирование (биотехнологию) базидиомицетов и исследования, посвященные миксомицетам (слизевикам) с использованием культуральных подходов. Выбор объектов для исследований расширился и включает довольно интересные, как с теоретической, так и практической точки зрения объекты – это и используемый в медицине кордицепс (*Cordyceps militaris*), и активно культивируемая вешенка (*Pleurotus djamor*), и ежовик коралловидный (*Hericium coralloides*).

Радует, что некоторые регионы и авторские коллективы продолжают ранее начатые исследования и их направления, так на протяжении ряда лет на секции на высоком уровне представлены работы из Томской области. также можно отметить продолжение исследований слизевиков в Университетской гимназии МГУ: исследование этого года «Изучение ассоциированных с плазмодиями миксомицетов бактерий, ингибирующих их рост» затрагивает важную тему взаимодействия грибов и грибоподобных организмов с бактериями на стыке микологии и симбиологии.

Освоение школьниками методов опытно-экспериментальной работы в области микробиологии и геоботаники позволяет уже в юном возрасте приглядеться к своему дальнейшему профессиональному пути. Школьники, в разные годы представившие свои работы на секцию, успешно учатся в ведущих ВУЗах, более старшее поколение работает в университетах, научно-исследовательских институтах, на особо охраняемых природных территориях. Их усилия вносят реальный вклад в развитие научного потенциала нашей страны.

Иван Алексеевич Смирнов,
кандидат биологических наук,
директор АНОО «Гимназия Святителя Василия Великого»,
руководитель секции «Микология»

ИССЛЕДОВАНИЯ ГРИБОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ – СЛИЗЕВИКОВ (МИСКОМИЦЕТ)

МИКСОМИЦЕТЫ ТРАВЯНОГО ОПАДА МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Год: 2019

Автор работы: Солдатенкова Анастасия Андреевна (11 класс)

Руководитель: Гмошинский Владимир Иванович

Организация: ГБОУ Школа № 171

Город: МОСКВА

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Слизевики – это полифилетическая группа, в которую объединяют организмы, которым свойственен своеобразный жизненный цикл. Сейчас среди слизевиков обычно рассматривают следующие организмы (Adl et al., 2012):

- Представители группы, относящихся к кладе Amoebozoa, среди которых выделяют отдел Мухомycota, объединяющий в себе три класса миксомицеты (Мухомycetes), дистиостелиомицеты (=Dictyosteliomycetes), протестелиомицеты (=Protosteliomycetes).

- Представители группы Excata, к которым относят акразивных слизевиков (=Acrasiomycota).

- Небольшая группа лабиринтуломицетов (=Labyrinthulomycetes). Это организмы из клады Stramenopila, SAR.

- Плазмодиофоромицеты (Plasmodiophoromycetes) (из Rhizaria).

- Монотипный род *Fenticula alba*, который относится к базальной группе грибов и является сравнительно близким родственником Нуклериид.

Довольно длительное время слизевиков рассматривали среди грибов, основываясь на фенотипическом сходстве. При этом, до сих пор слизевиков в общем и миксомицетов в частности рекомендуют называть именно в соответствии с МКБН, поскольку это удобнее для большинства специалистов в этой области (Ronikier, et al, 2018).

Миксомицеты – удивительные организмы, обладающие уникальным жизненным циклом. Спороношение формирует гаплоидные споры из которых прорастает зооспора или миксамеба. Происходит хологамный половой процесс, в результате которого формируется диплоидная микамеба. Далее отдельные клетки начинают сливаться в плазмодий. Плазмодий – это многоядерная клетка, способная к амёбoidному движению, также это целостная структура. Поскольку спороношения обладают наиболее разнообразной морфологией, то по ним осуществляют иденти-

фикацию видовой принадлежности (Гмошинский, 2013). Всего их выделяют 4 типа: Плазмодиокарпы, Спорангии, Псевдоэталлии, Эталлии (Гмошинский и др., 2019).

Видовое разнообразие миксомицетов изучают двумя методами. Это полевые сборы и «влажные камеры» (ВК) (Матвеев и др., 2014). Полевые сборы являются классическим методом исследований различных объектов. Также существует ВК, который не требует сложного оборудования, не зависит от времени года и места культивирования.

Эти методики нужно использовать совместно, однако необходимо рассматривать индексы разнообразия (Шеннона, Симпсона) по каждому методу в отдельности (Матвеев и др., 2014).

В настоящий момент в Российской Федерации обнаружено 435 видов (Matveev et al., 2016-2018). До начала наших работ в республике Саха (Якутия) отмечен один вид миксомицетов (Угаров и др., 2009). Но в книге присутствует опечатка. В списке присутствует только 1 вид, в то время как в резюме говорится о 7. Для Магаданской области отмечено 40 видов (Novozhilov, 2005).

Республика Саха (Якутия) расположена в северо-восточной части Сибири (Научно-прикладной..., 1989a). Климат субарктический и резко континентальный. Почти вся континентальная территория Якутии представляет собой зону сплошной многовековой мерзлоты. В тайге преобладает даурская лиственница.

Магаданская область расположена в северо-восточной части России (Научно-прикладной..., 1990). На территории области многолетняя мерзлота распространена повсеместно. В тайге преобладает даурская лиственница, а в тундре распространён кедровый стланик.

Цель работы: Изучить видовое разнообразие миксомицетов, произрастающих на травяном опаде Магаданской области и республики Саха (Якутия).

Задачи:

1. Выявить видовое разнообразие миксомицетов Якутии и Магаданской области на травяном опаде.
2. Выявить различия видового состава миксомицетов травяного опада в трех наиболее характерных для изучаемых регионов климатических зонах.
3. Сравнить полученные результаты с проведенными ранее исследованиями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводили в полевых условиях с 09.08.17 по 03.09.2017 на территории Магаданской области и республики Саха (Якутия). Непосредственный отбор проб осуществляла ведущий научный сотрудник кафедры микологии и альгологии Биологического факультета МГУ, к.б.н., Алина Витальевна Александрова. Сбор образцов субстрата для постановки влажных камер проводили в стерильные пакеты, в которых они были высушены при комнатной температуре, вдали от прямого солнечного света. Всего в ходе экспедиции было собрано 215 образцов субстрата.

Исследованные нами точки расположены в трех климатических поясах (Алисов, 1936): 14 – в резко континентальном климате, 42 – в субарктическом и 8 – из морского (рис. 1)

Для получения спороношений в условиях ВК был использован травяной опад. Это довольно нетипичный субстрат для изучения видового состава миксомицетов. В большинстве исследований чаще всего используют кору деревьев, копрому или лиственный опад (Матвеев и др., 2014) Такой выбор субстрата объяс-

няется тем, что отбор проб проводили в условиях субарктики, где в большинстве случаев отсутствуют крупные деревья и лиственный опад.

В сентябре 2017 года нами было установлено 16 ВК, материал для которых был отобран из восьми пакетов и представлен в двух повторностях. В январе 2018 года было исследовано дополнительно 58 фрагментов субстрата по одной повторности. Опыты с ВК проводили по стандартной методике (Матвеев и др., 2014). Для этого использовали стандартные 10-ти сантиметровые чашки Петри, которые выстилали фильтровальной бумагой. Затем её смачивали водой. На влажную бумагу помещали опад, который распределяли равномерно по дну чашки. На крышку чашки Петри клеили этикетку, на которой подписывали номер камеры, и отмечали важные для учета данные: например, нахождение плазмодия, пометка о незрелом спороношении, которое надо будет собрать при последующей проверке, или сбор образцов. После размещения фрагментов субстрата внутри камеры, её заливали избыточным количеством воды. На второй день чашку просматривали и излишки воды сливали или, наоборот, доливали. При последующих поливах добавляли небольшое количество воды с учетом особенностей данного субстрата. Полив и просмотр чашек проводили раз в неделю, в начале чашку просматривали с использованием бинокулярной лупы МБС-10 и потом в неё заливалась вода или сливалась, если её было в избытке. Сбор образцов проводили при просмотре чашки Петри. Обнаруженные спороношения фиксировали на фрагментах белой бумаги. Смонтированный образец помещали в спичечный коробок и снабжали этикеткой, на которой был обозначен номер камеры, из которой собрали образец. Так же оставляли место для видового эпитета, которое вписывали после определения. Всего был собран 71 образец. Одним образцом считаются все спороношения одного вида, собранные с одного и того же субстрата.

Определение образцов проводили при помощи бинокулярной лупы (МБС-10 и Leica M-80) для рассмотрения макроскопических признаков и микроскопа (ScienOp 30C и Leica DM500) для рассмотрения микроскопических признаков. Для приготовления препарата использовали 4% раствор КОН. В каплю раствора на предметном стекле помещали одно спороношение или его часть. Спороношение из спичечного коробка извлекали при помощи препарировальной иглы, смоченной раствором, или пинцетом. Далее препарат накрывали покровным стеклом. Определение спороношений производили с использованием справочной литературы.

При внесении образца в коллекцию миксомицетов кафедры микологии и альгологии (МУХ), его переносили в белый коробок и присваивали номер, состоящий из двух частей: первая указывает на родовую принадлежность вида, а вторая – порядковый номер образца. В коллекцию кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова было помещено 78 образцов (Depositary of Live Systems..., 2018).

Для статистического измерения меры разнообразия был использован индекс Шеннона, вычисляемый по формуле: $H = -\sum p_i \log_2 p_i$, где p_i – относительное обилие каждого вида. Он не имеет верхнего предела значений. И, соответственно, чем выше степень доминирования одного вида, тем ниже значение индекса. Минимальное значение равно 0 и соответствует полному доминированию.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований обнаружено 32 вида для двух регионов. Нами были найдены 25 видов, относящихся к 4 порядкам, 7 семействам и 12 родам, миксомицетов для Якутии и все они отмечены впервые для данного региона: *Arcyria cinerea* Bull. Pers., *Calomyxa metallica* (Berk.) Nieuwool, *Cribraria violacea* Rex, *Diderma chondrioderma* (de Bary et. Rostaf.) Kuntze, *D. effusum* (Schwein.) Morgan, *D. montanum* (Meyl.) Meyl., *Didymium anellus* Morgan, *D. dubium* Rostaf., *D. melanospermum* (Pers.) T. Macbr., *D. minus* (Lister) Morgan, *D. ochroideum* G. Lister, *D. sp.*, *D. squamulosum* (Alb. et. Schwein.) Fr., *Hemitrichia pardina* (Minakata) Ing, *Lamproderma scintallis* (Berk. et. Broome) Morgan, *Leocarpus fragilis* (Dicks.) Rostaf., *Perichaena chrysosperma* (Curr.) Lister, *P. corticalis* (Batsch) Rostaf., *P. depressa* Lib., *P. pedata* (Lister et. G. Lister) G. Lister ex E. Jahn, *P. vermicularis* (Schwein.) Rostaf., *Physarum bivalve* Pers., *P. cinereum* (Batsch) Pers., *Stemonitopsis aequalis* (Peck) Y. Yamam., *Trichia botrytis* (J.F. Gmel.) Pers.

Для Магаданской области отмечены 13 видов (из которых 9 – впервые), относящихся к 3 порядкам, 4 семействам и 8 родам: *Craterium leucocephalum* (Pers. ex J. F. Gmel.) Ditmar in Sturm, *Didymium squamulosum* (Alb. et. Schwein.) Fr., *Echinisteleum minutum* de Bary, *Hemitrichia cf. leiotrichia* (Lister) G. Lister in Lister *, *H. pardina* (Minakata) Ing *, *Metatrichia floiformis* (Schwein.) Nann.-Bremek *, *Perichaena corticalis* (Batsch) Rostaf. *, *P. pedata* (Lister et. G. Lister) G. Lister ex E. Jahn *, *Physarum bivalve* Pers., *T. botrytis* (J.F. Gmel.) Pers. *, *T. contorta* (Ditmar) Rostaf. *, *T. lutescens* (Lister) Lister *, *T. munda* (Lister) Meyl. *. Виды, отмеченные *, встречаются в данном регионе впервые.

Лидирующим по видовой насыщенности был порядок Trichiales (представленный 15 видами, что составляет 47% от общего числа видов) и порядок Physarales (13 видов, 41%), меньшей же видовой насыщенностью обладают порядки Echinosteliales и Liceales (по 1 виду, 3%) и порядок Stemonitales (2 вида, 6%). Лидирующим по числу видов было семейство Trirhiaceae (представлено 14 видами, 44%), меньшее число видов у семейства Didymiaceae (10 видов, 31%), семейство Physaraceae (3 вида, 9%), Stemonitiaceae (2 вида, 6%), меньшей видовой насыщенностью обладают семейства Dianemiaceae, Echinosteliaceae, Enteridiaceae (по 1 виду, 3%)

Чаще всего образовывали споронии представители следующих видов: *Perichaena corticalis* (9 образцов), *Physarum bivalve* (7 образцов), *Didymium squamulosum* и *Hemitrichia pardina* (5 образцов).

Исследованные нами точки расположены в трех климатических поясах (Алисов, 1936): 14 – в резко континентальном климате, 42 – в субарктическом и 8 из морского. Суммарно в 35 чашках сформировались споронии, тогда как в 31 не были отмечены миксомицеты. Наибольшее число камер, в которых не отмечено миксомицетов, были собраны в субарктическом климате (табл.1).

Таблица 1. Процентное соотношение влажных камер, в которых присутствовали или отсутствовали споронии

Тип климата	Резко континентальный		Субарктический		Морской	
	Были	Не были	Были	Не были	Были	Не были
Наличие спороний	Были	Не были	Были	Не были	Были	Не были
Число камер	10	4	17	25	7	1
процент	71,43%	28,57%	40,48%	59,52%	87,50%	12,50%

Наибольшее число миксомицетов было отмечено в субарктическом поясе, 20 видов, что может быть связано с тем, что в подобных условиях виды не могут вытеснять друг друга, так как их биомасса недостаточна, так же сбор проводился на довольно обширной территории, что так же может повышать биоразнообразие. В морском климате обнаружено 13 видов, в то время как отсюда было отобрано 8 образцов и проведено 16 опытов с ВК. В Резко-континентальном климате найдено 10 видов, что может быть связано со слишком сложными условиями внутри континента, связанные с низкой влажностью, малым снеговым покровом и большими амплитудами температур. Для оценки меры разнообразия применяется индекс Шеннона. При максимальном доминировании значение индекса будет равно 0, тогда как верхнего предела он не имеет. Наименьшее значение индекса Шеннона у субарктического климата (0,25), а наибольшее в Резко-континентальном (0,34) (таблица 2). Таким образом, несмотря на кажущееся относительное таксономическое разнообразие субарктического климата, на самом деле там мы видим сравнительно более высокое доминирование одних таксонов над другими, а большое число остальных видов объясняется лишь единичными находками.

Таблица 2. Мера разнообразия. Индекс Шеннона

Тип климата	Резко континентальный	Субарктический	Морской
Индекс Шеннона	0,337586	0,245107	0,295541

В субарктическом климате доминирует *Perichaena corticalis* (4 образца), *Calomyxa metallica*, *Perichaena pedata*, *Physarum bivalve* отмечены 3 раза. В Морском наиболее часто встречались *Echinosteleum minutum*, *Hemitrichia pardina*, *P. bivalve* (по 3 образца), а в резко континентальном – *Didymium squamulosum*, *P. corticalis* (по 3 образца).

Так как большинство точек в республике Якутия находятся в субарктическом поясе, то для сравнения были рассмотрены работы в сходных климатических условиях в Северном (Novozhilov et al., 1999) и Южном полушарии (Stephenson et al., 2007). Так как они не использовали травяной опад, то сравнивать полученные данные с этими исследованиями некорректно. Соответственно, для морского пояса так же нет работ с подобным типом субстрата. А в резко континентальном климате не проводилось флористических работ по изучению видового разнообразия миксомицетов. Поэтому мы сравнили полученные нами результаты с данными их работы, в которой присутствовал травяной опад (Гмошинский, 2013). Довольно важен тот факт, что исследование проводилось в Москве и Московской области, а следовательно, в умеренно континентальном климате (Алисов, 1956).

Сравнивать видовое разнообразие разных климатических зон на одном типе субстрата можно, также можно проанализировать число видов, найденных на данном типе субстрата. В музей-заповеднике Царицыно было поставлено 32 влажные камеры (с 93,8% положительных камер) и отмечено 5 видов: *Perichaena corticalis*, *P. depressa*, *Physarum cinereum*, *Didymium sp.*, *D. squamulosum*. В природно-историческом парке «Битцевский лес» на 23 влажные камеры (87% процент всхожести) приходится 9 видов: *Didymium difforme*, *D. melanospermum*, *D. nigripes*, *D. squamulosum*, *Echinosteleum minutum*, *Licea biforis*, *Perichaena corticalis*, *P. depressa*, *P. vermicularis*. В окрестностях города Электросталь при постановке 50 чашек (94 % камер с положительным результатом) было получено 15 видов: *Arcyria cinerea*, *A. minuta*,

Badhamia foliicola, *Didymium difforme*, *D. squamulosum*, *Echinosteleum minutum*, *Licea minima*, *Perichaena corticalis*, *P. depressa*, *P. vermicularis*, *Physarum bivalve*, *P. cinereum*, *P. diderma*, *P. leucophaeum*, *Stemonitopsis hyperopta* (Гмошинский, 2013).

Исходя из этих данных, можно предположить, что в регионе нашего исследования довольно низкая плотность видов. Это может быть обусловлено тем, что условия этих климатических зонах не позволяют видам нарастить достаточную биомассу. И вероятность обнаружения миксомицетов ниже, чем в других климатических зонах.

Видовое разнообразие на севере и на юге не сильно отличается как по числу выявленных таксонов, так и по их видовой принадлежности. Однако доля камер с положительным результатом в условиях севера и крайнего севера в значительной степени отличается. В субарктическом поясе обнаружено 20 видов, хотя доля камер, в которых были отмечены спороношения, равна 40,5 (таблица 3), можно предположить, что на севере миксомицеты занимают меньшее количество доступных субстратов, в то время как разнообразие находится примерно на одинаковом уровне. В то время как в более южных районах нашего исследования доля ВК с «положительным результатом» была значительно выше, но, при этом, число видов несколько ниже.

ТАБЛИЦА 3. СПИСКИ ВИДОВ ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ ПОЯСАМ

Резко континентальный		Субарктический		Морской	
<i>Calomyxa</i>	<i>metallica</i>	<i>Arcyria</i>	<i>cinerea</i>	<i>Craterium</i>	<i>leucocephalum</i>
<i>Cribraria</i>	<i>violacea</i>	<i>Calomyxa</i>	<i>metallica</i>	<i>Didymium</i>	<i>squamulosum</i>
<i>Didymium</i>	<i>dubium cf</i>	<i>Cribraria</i>	<i>violacea</i>	<i>Echinosteleum</i>	<i>minutum</i>
<i>Didymium</i>	<i>ochroideum</i>	<i>Diderma</i>	<i>chondrioderma</i>	<i>Hemitrichia</i>	<i>leiotrichia cf</i>
<i>Didymium</i>	<i>squamulosum</i>	<i>Diderma</i>	<i>effusum</i>	<i>Hemitrichia</i>	<i>pardina</i>
<i>Perichaena</i>	<i>corticalis</i>	<i>Diderma</i>	<i>montanum</i>	<i>Metatrichia</i>	<i>floriformis</i>
<i>Perichaena</i>	<i>depressa</i>	<i>Didymium</i>	<i>anellus</i>	<i>Perichaena</i>	<i>corticalis</i>
<i>Perichaena</i>	<i>vermicularis</i>	<i>Didymium</i>	<i>dubium</i>	<i>Perichaena</i>	<i>pedata</i>
<i>Physarum</i>	<i>bivalve</i>	<i>Didymium</i>	<i>melanospermum</i>	<i>Physarum</i>	<i>bivalve</i>
<i>Physarum</i>	<i>cinereum</i>	<i>Didymium</i>	<i>minus</i>	<i>Trichia</i>	<i>botrytis</i>
		<i>Didymium</i>	<i>sp</i>	<i>Trichia</i>	<i>contorta</i>
		<i>Hemitrichia</i>	<i>pardina</i>	<i>Trichia</i>	<i>lutescens</i>
		<i>Lamproderma</i>	<i>scintillans</i>	<i>Trichia</i>	<i>munda</i>
		<i>Leocarpus</i>	<i>fragilis</i>		
		<i>Perichaena</i>	<i>chrysosperma</i>		
		<i>Perichaena</i>	<i>corticalis</i>		
		<i>Perichaena</i>	<i>depressa</i>		
		<i>Perichaena</i>	<i>pedata</i>		
		<i>Physarum</i>	<i>bivalve</i>		
		<i>Stemonitopsis</i>	<i>aequalis</i>		
		<i>Trichia</i>	<i>botrytis</i>		
10 видов, 5 родов		20 видов, 12 родов		13 видов, 8 родов	

Интересно отметить, отсутствие в образцах из арктического пояса *D. squamulosum*, который является довольно типичным видом для данного типа

субстрата. К сожалению, мы можем объяснить этот феномен пока лишь малой выборкой, применяемой в настоящем исследовании.

Таким образом, следует отметить, что травяной опад довольно удобный тип субстрата, на котором можно выявить большое число специфических видов, при том, что во многих работах его и не используют, что, вероятно, приводит к неполному выявлению видового разнообразия исследуемой территории.

Выводы

1. При исследовании травяного опада, собранного из республики Саха и Магаданской области обнаружено 32 видов из 15 – родов, 7 семейств, 5 порядков. На территории Якутии обнаружено 25 видов, относящихся к 4 порядкам, 7 семействам и 12 родам, все они отмечены впервые.
2. На территории Магаданской области обнаружено 13 видов, относящихся к 3 порядкам, 4 семействам и 8 родам, 9 встречены впервые.
3. Наибольшее видовое разнообразие миксомицетов было отмечено в субарктическом поясе, 20 видов. В морском климате обнаружено 13 видов, а в резко континентальном – 10 видов.
4. Общих видов для всех трех регионов 2 – *Perichaena corticalis* и *Physarum bivalve*.
5. В регионе нашего исследования довольно низкая плотность видов. Отсутствие в образцах из арктического пояса *Didymium squamulosum*, который является довольно типичным видом для данного типа субстрата, мы можем объяснить пока лишь малой выборкой, применяемой в настоящем исследовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алисов Б.П. Климат СССР. Учебное пособие для высших учебных заведений. М.: МГУ. 1956. 547 с.
2. Гмошинский В. И. Миксомицеты Москвы и Московской области. Диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук. М.: МГУ. 2013. 268 с.
3. Гмошинский В. И., Дунаев Е. А., Киреева Н. И. Определитель миксомицетов Московской области. Учебно-методическое пособие. М.: МГУ. 2019. 344 с. (в печати)
4. Матвеев А. В., Гмошинский В. И., Прохоров В. П., 2014. Использование метода влажных камер для выявления видового разнообразия миксомицетов. // Бюллетень московского общества испытателей природы. 2014. Т. 119. № 5. С. 36-45
5. Новожилов Ю. К. Миксомицеты (класс myxomycetes) России: таксономический состав, экология и география. Санкт-Петербург 2005 377 р
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 24. Якутская АССР. Книга 1. Л.: Гидрометеиздат, 1989а. 608 с.
7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 33. Магаданская область, Чукотский автономный округ Магаданской области. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 567 с.
8. Угаров Г. С., Михалева Л. Г., Абрамов А. Ф., Попова М. Г. Грибы Якутии. Якутск: Бичик, 2009. 96 с.
9. Adl S. M., Simpson A. G. B., Lane C. E. et al. The Revised Classification of Eukaryotes // J. Eukaryot. Microbiol. 2012. Vol. 59. No. 5. p. 429–493.
10. Depository of Live Systems. Collection of Myxomycetes Mycology and Algology department of Lomonosov Moscow State University [https://micro.depo.msu.ru/module/collectionpublic?openparams=\[open-id=29056\]](https://micro.depo.msu.ru/module/collectionpublic?openparams=[open-id=29056]) (Дата обращения 14.XII.18)
11. Martin G. W., Alexopoulos C. J. The Myxomycetes. Iowa City: Univ. of Iowa Press. 1969. 561 p.
12. Matveev A. V., Bortnikov F. M., Gmoshinskiy V. I., Novozhilov Yu. K. (2016–2018). Myxomycetes of Russia. Web application. Moscow, St. Petersburg: Lomonosov Moscow State University – Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences. (<http://myxomycetes.tk>) Accessed date 14.XII.2018.
13. Novozhilov Y., Schnittler M., Stephenson S. L. Myxomycetes of the Taimyr Peninsula (north-central Siberia) // Karstenia. 1999. Vol. 39, Iss. 2, P. 77-97.
14. Ronikier A, Halamski AT Is Myxomycetes (Amoebozoa) a Truly Ambiregnal Group? A Major Issue in Protist Nomenclature// Protist. 2018. Vol. 169, P. 484-493; doi:10.1016/j.protis.2018.05.002
15. Stephenson S. L., Laursen G. A., Seppelt R. D. Myxomycetes of subantarctic Macquarie Island// Australian Journal of Botany. Vol. 55. 2007 P. 439-449.

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ «МИКСОМИЦЕТЫ ТРАВЯНОГО ОПАДА МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)»

Рецензируемая работа представляет собой полноценное и законченное исследование; по форме, объему и иным формальным показателям соответствует требованиям Конкурса им. В. И. Вернадского.

Анастасия Андреевна Солдатенкова использует не часто встречающийся в современных исследованиях климатологический подход к изучению экологии выбранной группы организмов, что делает работу крайне привлекательной.

Автором дан компетентный и обширный обзор истории изучения миксомицетов. Анастасия Андреевна грамотно использует информацию по морфологии, экологии и таксономии данной группы организмов и безупречно владеет всем комплексом необходимых информационных источников. Обзор литературы, подготовленный ею, дает объективное представление об актуальности выбранной темы.

Значительное внимание было уделено автором описанию методики исследования. Выбранные технологии вполне адекватны поставленным задачам. Объем материала репрезентативен и объемен. Выводы в целом соответствуют поставленным задачам, а результаты представляют собой реально актуальные для науки сведения. Автором отмечено по 1.5–2 десятка новых для исследованных регионов видов миксомицетов.

Однако следует обратить внимание автора на некоторые замечания, которые никак не снижают высокого уровня выполненной работы.

1. Задачу о сравнении полученных автором результатов с уже имеющимися в литературе скорее следует отнести к обсуждению результатов, чем непосредственно к задачам. Логичнее было бы этот пункт вообще убрать из перечня задач.

2. Есть некоторое несовпадение числа собранных образцов (215) и исследованных субстратов (8 + 58). Следует пояснить, что автор понимает под образцом, и привести цифры в понятное читателю соответствие.

3. В методике и результатах продублированы одни и те же числа исследованных точек в трех климатических зонах. Логичнее оставить эти цифровые характеристики в методике и не упоминать их в тексте результатов.

4. Выводы во многом напоминают конкретные результаты. Приведение в выводах цифровых показателей не всегда оправдано, т. к. подменяет результативную часть исследования. Вывод — это обобщенное умозаключение, формулировка выявленной тенденции, а не конкретные цифровые показатели. Разумно переформулировать выводы так, чтобы на основе полученных конкретных значений была очевидна установленная автором закономерность. Например, миксомицетофлора Якутии менее разнообразна, чем Магаданской области. Или: от хх до уу% видового разнообразия отмечено для регионов впервые. Постарайтесь уменьшить число цифровых сведений и увеличить число их обобщений.

5. Работа содержит тавтологические элементы, ошибки в пунктуации. Конечно, это второстепенный недостаток, но имеет смысл показать работу ректору, чтобы увеличить хорошее впечатление от нее.

Спасибо за качественно выполненное исследование.

С уважением, рецензент Дунаев Евгений Анатольевич
Дата написания рецензии: 16.02.2019

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИХЕНИЗИРОВАННЫХ ГРИБОВ (ЛИШАЙНИКОВ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИШАЙНИКОВОГО КОМПОНЕНТА БИОТЫ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ЦИМЛЯНСКИЕ ПЕСКИ»

Год: 2020

Автор работы: Малахова Екатерина Юрьевна

Организация: ЧОУ СО "ЧИШ"

Город: ВОЛГОГРАД

В рамках федеральной программы «Лишайники России» на протяжении ряда лет экспедиционный отряд ЧОУ СО «Частной интегрированной школы» г. Волгограда при кураторстве института естественнонаучного образования, физической культуры и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «ВГСПУ» занимается изучением лишайникового компонента биоты особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ). Одной из таких ООПТ является природный парк «Цимлянские пески».

Наши исследования проводились на данной территории в июле 2019 года. Актуальность нашей работы обуславливается необходимостью систематических исследований ООПТ и инвентаризации биоты.

Целью нашей работы было исследование лишайникового компонента биоты природного парка «Цимлянские пески» на примере модельных участков в окрестностях хуторов Тормосин и Морской Чернышковского района Волгоградской области. Реализация данной цели осуществлялась путём решения следующих задач: выявить видовой состав лишайников района исследования; провести систематический, географический, биоморфологический, экологический анализ лишайнобиоты; выявить редкие виды лишайников, рекомендованные к охране на территории Волгоградской области.

Нами использовались стандартные методы сбора, гербаризации и определения материала. Сбор проводился во всех визуально выделяемых биотопах: в пойменных и байрачных лесах, в искусственных сосновых посадках, в березовых колках, в заброшенных садах, в робинниках, в дубравах, в лесополосах, в степи, на антропогенно загруженных и около водных участках.

Систематическое положение таксонов принято в соответствии с концепцией А.Телера [1, 9]. Исключение составляет понимание объема семейства Parmeliaceae, которое принимается нами в соответствии с «Определителем лишайников России» [2].

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Волгоградская область расположена на юго-востоке Российской Федерации. С севера на юг и с запада на восток область протянулась более чем на 400 км и занимает площадь 112,9 тыс.кв.км [3]. Природный парк «Цимлянские пески» расположен на юго-западе Волгоградской области в границах Чернышковского муниципального района. Географически природный парк расположен в районе

Доно-Цимлянских песков и с востока и юго-востока его граница проходит по берегу Цимлянского водохранилища, его территория составляет 69,2 тыс. га [4].

Рельеф территории парка равнинный, с общим наклоном с севера на юг. Основными элементами рельефа являются песчаные бугры и гряды, чередующимися с понижениями, в которых расположены островки лиственных лесов. В почвенном покрове преобладают каштановые почвы (34% площади парка) в комплексе с солонцами (13%). Вторыми по распространенности являются лугово-черноземные (21%) и перегнойно-карбонатные почвы (20%). Почвообразующие породы представлены аллювиальными, преимущественно песчаными и песчано-глинистыми отложениями [4].

Климат ООПТ континентальный, но близко расположенное Цимлянское водохранилище оказывает смягчающее воздействие. Среднее годовое количество осадков около 400 мм. Высота снежного покрова 9-12 см.

В гидрологическом отношении территория исследования относится к Цимлянскому району и характеризует слабо развитой речной сетью и умеренной эрозионной деятельностью. Речная сеть на территории парка временная, с большим числом пересыхающих водотоков. Основной рекой является Аксенец, протекающая по северной границе парка. В понижениях местности и вдоль побережья водохранилища встречаются мелкие пересыхающие озера.

В парке представлены практически все типы растительных и животных сообществ, характерные для легких песчаных почв юга России. Видовой состав растительного мира парка насчитывает 247 видов высших сосудистых растений. В древостое преобладают естественные леса из берёзы, осины, тополя. Значительную площадь занимают искусственные посадки сосны обыкновенной и робинии. Встречаются дубы. В понижениях развиваются лугово-болотные ассоциации. Более трети территории парка занято разнотравно-ковыльно-типчаковыми и полынными степными фитоценозами[5]. Уникальность природы парка состоит в сочетании типчаковых степей, песчаных барханов, пойменных и байрачных лесов, прибрежных комплексов Цимлянского водохранилища. На территории выявлено 50 видов млекопитающих, включая охраняемые виды из Красной книги Волгоградской области; 4 вида земноводных; 10 видов пресмыкающихся. Орнитофауна парка включает в себя 143 вида птиц, из них каждый седьмой относится к категории редких, угрожаемых или исчезающих. В парке сохраняются устойчивые гнездовые группировки орланов-белохвостов, дроф, стрепетов, куликов-авдоток [6].

Природный парк «Цимлянские пески», один из семи природных парков Волгоградской области, был образован 4 июня в 2003 году с целью сохранения огромного массива Доно-Цимлянских песков, соответствующего возрасту Днепровского и Московского оледенения и отражающего все виды ландшафтов, характерных для почв легкого механического состава южной части России.

Наличие на территории парка различных древесных сообществ: пойменно-го леса, сосновых посадок, дубрав, лесополос создаёт условия для произрастания лишайников различных географических элементов и экологических групп.

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является лишайниковый компонент биоты природного парка «Цимлянские пески».

Биота – это исторически сложившаяся совокупность таксонов растений, произрас-

тающих в настоящем или произраставших в прошлые геологические эпохи на данной территории [2]. Их изучение невозможно без знаний о лишайниках, как об организмах.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, РАЗМНОЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ ЛИШАЙНИКОВ

Лишайники – это группа симбиотических организмов, состоящих из двух компонентов автотрофных водорослей и гетеротрофных грибов. Грибная основа лишайниковых слоевищ формируется преимущественно сумчатыми грибами из отдела Ascomycota. Водорослевые компоненты преимущественно представлены видами из отделов Chlorophyta и Cyanophyta. Симбиоз с грибами приводит к появлению нового биологического качества, которое выражается у лишайников в его способности размножаться как единый организм [7, 8, 9].

Вегетативное тело лишайников представлено слоевищем, имеющим различную окраску. Морфологически различают три основных типа слоевища лишайников: накипной (корковый), листоватый и кустистый, между которыми существует множество переходных форм. Наиболее низкоорганизованные – накипные слоевища плотно срастаются с субстратом и не отделяются от него без значительных повреждений. Более высокоорганизованные лишайники имеют листоватое слоевище в форме пластинок, чешуек или розеток, прикрепляющихся с помощью ризин, состоящих из пучков грибных гиф. Высшей организации достигают лишайники с кустистым типом слоевища, имеющие вид разветвленного кустика и срастающиеся с субстратом только основанием. Симбиоз с грибами приводит к появлению нового биологического качества, которое выражается у лишайников в его способности размножаться как единый организм [7, 8, 9].

По анатомическому строению лишайники бывают гомемерными, когда по всей толще слоевища водоросли распределены равномерно и гетеромерными, когда водоросли образуют один четко выделяемый слой, расположенный под верхней корой. Симбиоз с грибами приводит к появлению нового биологического качества, которое выражается у лишайников в его способности размножаться как единый организм [7, 10]. Размножение осуществляется преимущественно путем фрагментации (отделением участков слоевища) или с помощью обособленных групп клеток водорослей, окруженных гифами гриба и различных по своей форме соредий, изидий и лобул. Кроме того, наблюдается бесполое размножение с помощью спор, самостоятельно образующихся и у водорослей, и у грибов. Половое размножение недостаточно изучено, но в общих чертах сходно с половым размножением свободноживущих сумчатых грибов. При половом размножении на слоевищах лишайников в результате полового процесса формируются половые спороношения в виде плодовых тел. Большинство лишайников формируют открытые плодовые тела в виде апотециев – дисковидных образований [7, 8, 9].

Велико разнообразие экологических групп лишайников. Например, по отношению к субстрату среди лишайников различают: эпилитные – лишайники, обитающие на камнях; эпифитные – лишайники, обитающие на коре деревьев; эпиксильные – лишайники, обитающие на обнаженной древесине; эпигейные – лишайники, обитающие на земле; эпифильные – лишайники, обитающие на хвое и листьях вечнозеленых растений; эпибриофитные – лишайники, развивающиеся на дерновинках мхов; эндотлеодные – лишайники со слоевищем, погруженным в покровные ткани древесных и кустарниковых растений; эндолитные – лишайники, имеющие слоевище внутри каменистого субстрата; водные лишайники [9, 11].

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для данной работы послужили личные сборы автора в ходе изучения лишайникового компонента биоты природного парка «Цимлянские пески» в составе экспедиционного отряда ЧОУ СО «Частной интегрированной школы» г. Волгограда, литературные данные по итогам комплексной эколого-биологической экспедиции института естественнонаучного образования, физической культуры и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «ВГСПУ» в июле 2019 года и данные А.М. Веденева из статьи «Аннотированный список лишайников Волгоградской области» [12, 13].

Всего было собрано около 300 образцов, которые признаны относящимися к теме данной работы. Сбор проводился во всех визуально выделяемых биотопах: в пойменных и байрачных лесах, в искусственных сосновых посадках, в березовых колках, в заброшенных садах, в робинниках, в дубравах, в лесополосах, в степи, на антропогенно загруженных и около водных участках. Для таких биотопов, как залежные и прибрежные участки, пойменные и остепненные луга лишайниковый компонент не отмечен, что типично для района исследования.

Нами использовались стандартные методы сбора, гербаризации, определения материала. Определение велось по общепринятым методикам с использованием микроскопов МБИ-3, МБС-10, БИОЛАМ Р16. При обработке использовались отечественные определители [2, 14, 15, 16, 17, 18].

Систематическое положение таксонов принято в соответствии с концепцией А.Телера [9]. Исключение составляет понимание объема семейства Parmeliaceae, которое принимается нами в соответствии с «Определителем лишайников России» [16].

Методы сбора и гербаризации [16]. При сборе эпилитных лишайников отбивают тонкие куски камня, но только такие, чтобы на них было все слоевище полностью. При сборе эпифитных форм делается как можно более тонкие срезы, чтобы при этом не повредить камбиальное кольцо ствола. Крупные листоватые и кустистые лишайники собираются без субстрата, подрезая их ножом. Мелкие накипные лишайники (наземные) берут вместе со слоем земли.

Собранные лишайники упаковывают на месте. На пакете сразу же записывается место сбора, субстрат, краткое условие места обитания, дата, фамилии сборщиков. Пакеты с лишайниками укладываются между листами бумаги в папку или коробку. При сборе лишайников используется следующее оборудование: нож (для срезания со ствола деревьев тонких кусочков ритидома, с прикрепленными к нему лишайниками); лупа с 8-10 кратным увеличением (для более тщательного осмотра субстрата); картонные коробки, пакеты (для упаковки); бумагу для этикеток; рюкзак или сумка для транспортировки.

После возвращения, образцы из рабочих пакетов перекладывают в чистые коллекционные, которые затем приклеивают на гербарные листы плотной бумаги или помещают в гербарные коробки.

Методы определения лишайников [10]. Определение проводится стандартным способом с использованием специальных определителей. Основными реактивами, используемыми при определении лишайников, являются:

- едкий калий (KOH) – 5 или 10% раствор KOH в воде;
- белильная известь (гипохлорит кальция) – концентрированный раствор CaCl_2O_2 .

Сохраняется в темной, плотно закрытой склянке. Долго не хранится и требует замены через неделю. Часто цветная реакция вызывается только совместным действием обоих реактивов – сначала КОН, а затем белильной извести, реже в обратном порядке, что отмечается в описаниях.

- йод – 10% раствор йода в йодистом калии (I + KI) или спиртовой раствор йода.

Следует отметить, что реакции не всегда происходят быстро. Иногда, в зависимости от свежести материала, и его видовой принадлежности, необходимо время (10 – 15 мин), чтобы реакция точно обозначилась.

Определение экологических групп лишайников. Группы лишайников, сходных по своему отношению к какому-либо фактору среды (субстрату, температуре, свету, влажности и т.п.), называют экологическими. Субстрат – один из основных факторов для лишайников, в зависимости от обитания, на котором они делятся на несколько основных экологических групп, устанавливаемых визуально (см. Глава 2).

Определение морфологических форм лишайников. Тип морфологических форм лишайников определяется визуально, по внешнему строению таллома. В зависимости от этого выделяют кустистые, листоватые и накипные лишайники (см. Глава 2).

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований для модельных участков в окрестностях хуторов Тормосин и Морской Чернышковского района Волгоградской области на территории природного парка выявлено 40 видов лишайников из 24 родов и 6 семейств.

Преобладающим числом видов представлены семейства: Parmeliaceae (23 вида), Physciaceae (6 видов) (рис. 1, приложение 1).

Наиболее многочисленными по количеству видов являются роды: *Cladonia*, *Ramalina* (по 4 вида), *Melanelixia* (3 вида) (рис. 2, приложение 2).

Достаточно высокое видовое разнообразие лишенофлоры исследуемой территории может быть объяснено значительным разнообразием субстратов, относительной неоднородностью природно-климатических условий, сильным развитием не нарушенных степных участков, разнообразных древесно-кустарниковых комплексов, в том числе сосновых посадок, дубрав и березовых колок.

Нами проводился анализ распределения видов лишайников по экологическим группам по отношению к субстрату. Были выявлены эпифитные, эпигейные и эврисубстратные виды. Преобладающей экологической группой являются эпифитные лишайники (29 видов). Эпигейные лишайники представлены 7 видами. В меньшей степени распространены эврисубстратные лишайники (4 вида) (рис. 3, приложение 3).

Анализ состава жизненных форм показал наличие 3 основных морфологических типов лишайников: накипных, листоватых и кустистых. Преобладают листоватые лишайники – 26 видов. Определение накипных видов будет проведено позднее.

Одной из важных задач изучения лишенобиоты является выявление особенностей географического распространения составляющих её видов, так как это позволяет определить происхождение и этапы развития лишенобиоты. За основу выделения географических элементов был положен принцип разделения на

ареологические группы. В составе лишенобиоты природного парка «Цимлянские пески» выявлены лишайники, относящиеся к 4 географическим элементам и 5 типам ареалов (табл. 1).

В природном парке «Цимлянские пески» выявлено 3 вида, подлежащих охране: *Bryoria subcana* и *Tuckermannopsis chlorophylla*, занесенные в Красную книгу Волгоградской области, *Cetraria steppae*, занесенная в Красную книгу Волгоградской области и России [19].

Для сохранения выше указанных видов необходимо обеспечить комплексную сохранность тех экотопов, в которых они встречаются. Для сохранения выше указанных видов, необходимо обеспечить комплексную сохранность тех экотопов, в которых они встречаются. Ограничить распашку невозделанных степных участков, вырубку лесных насаждений, регулярно проводить противопожарные мероприятия.

Полученные данные важны для понимания развития лишенобиоты на территории Волгоградской области и уточнения ареалов распространения лишайников в регионе. Они послужат основой для организации долговременного экологического мониторинга в пределах природного парка «Цимлянские пески», а также поможет сформулировать конкретные рекомендации по сохранению биоразнообразия и регуляции антропогенного воздействия, прежде всего рекреационной нагрузки.

Для получения более достоверных данных о лишенобиоте района исследования необходимы дальнейшие более продолжительные исследования.

ТАБЛИЦА 1. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ТИПЫ АРЕАЛОВ ЛИШАЙНИКОВ

Географический элемент	Кол-во видов	Тип ареала	Кол-во видов
Неморальный	14	Голарктический	13
Бореальный	13	Мультирегиональный	22
Мультизональный	8	Евразо - африканский	1
Аридный	5	Евразийский	3
		Евразо - американский	1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований на территории природного парка «Цимлянские пески» выявлено 40 видов лишайников из 24 родов и 6 семейств.

Преобладающим числом видов представлены семейства: *Parmeliaceae* (23 вида), *Physciaceae* (6 видов). Наибольшим количеством видов представлены роды: *Cladonia*, *Ramalina* (по 4 вида), *Melanelixia* (3 вида).

Достаточно высокое видовое разнообразие лишенофлоры исследуемой территории может быть объяснено значительным разнообразием субстратов, относительной неоднородностью природно-климатических условий, сильным развитием не нарушенных степных участков, разнообразных древесно-кустарниковых комплексов, в том числе сосновых посадок, дубрав и березовых колок.

Были выявлены экологические группы по отношению к субстрату: эпифитные, эпигейные и эврисубстратные виды. Преобладающей экологической группой являются эпифитные лишайники (29 видов).

Анализ состава жизненных форм показал наличие 3 основных морфологических типов лишайников: накипных, листоватых и кустистых. Преобладают листоватые лишайники – 26 видов. Определение накипных видов будет проведено позднее.

В составе лишайнобиоты природного парка «Цимлянские пески» выявлены лишайники, относящиеся к 4 географическим элементам и 5 типам ареалов

В природном парке «Цимлянские пески» выявлено 3 вида, подлежащих охране: *Bryoria subcana* и *Tuckermannopsis chlorophylla*, занесенные в Красную книгу Волгоградской области, *Cetraria steppae*, занесенная в Красную книгу Волгоградской области и России.

Для сохранения выше указанных видов необходимо обеспечить комплексную сохранность тех экотопов, в которых они встречаются. Полученные результаты послужат основой для организации долговременного экологического мониторинга за состоянием фитоценозов парка. Материалы исследования переданы в научный гербарий ФГБОУ ВО «ВГСПУ» и дирекцию природного парка «Цимлянские пески» для осуществления мониторинга, выработки конкретных рекомендаций по сохранению биоразнообразия и регуляции антропогенного воздействия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологический энциклопедический словарь / Под ред. М.С.Гилярова – М.: Советская энциклопедия, 1995. – С. 675 – 676.
2. Определитель лишайников России / отв. ред. Н. С. Голубкова. – Спб.: Наука, 1996, 1998. Вып. 1,6,7,8,9.
3. Экономическая энциклопедия регионов России. Волгоградская область / Глав. редкол.: Ф.И.Шамхалов – М.: Экономика, 2005. – С.7.
4. Официальный сайт Комитета природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области – <https://oblkompriroda.volgograd.ru/other/protected>.
5. <https://gotonature.ru/1726-cimljanskie-peski.html>.
6. Портал Губернатора и Администрации Волгоградской области – <https://park.volgograd.ru/06/about>.
7. Кравченко М.В. Экологические аспекты изучения лишайников (учебное пособие). – М.: 1999. – 45с.
8. Томин В.П. Определитель корковых лишайников Европейской части СССР (кроме Крайнего Севера и Крыма). – Минск: АН БССР, 1956. – 533 с.
9. Tehler A. Systematics, phylogeny and classification. In: Nash III, T. Lichen Biology, 1966. – P. 225–239.
10. Солдатенкова Ю.П. Малый практикум по ботанике. Лишайники. – М: МГУ, 1977. –126 с.
11. Окснер А.М. Флора лишайников Украины. – Киев: Наукова Думка, 1993.–Вып. 2. –537 с.
12. Веденев А.М. Аннотированный список лишайников Волгоградской области / Известия ВГПУ. – Волгоград: Перемена, 2004. Серия «Естественные и физико-математические науки», № 4 (09). – С. 43 – 60.
13. Серебрянская В.В., Веденев А.М. Макролишайники природного парка «Цимлянские пески». – Материалы IX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов». – Электронный научно-образовательный журнал «Грани познания». № 6 (65) 2019
14. Голубкова Н.С. Лишайники семейства Acarosporaceae Zahlbr. в СССР. – Л.: Наука, 1988. – 127с.
15. Жизнь растений / Под ред. М. М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. Т3. – 487с.
16. Определитель лишайников СССР / отв. ред. И. И. Абрамов. – Л.: Наука, 1971. Вып. 1, 3.
17. Природные условия и ресурсы Волгоградской области / Под ред. В. А. Брылева. – Волгоград: Перемена, 1996. – 264с.
18. Шапиро И.А. Загадки растения-сфинкса. Лишайники и экологический мониторинг. Л., Гидрометеиздат, 1991. – 80 с.
19. Веденев А. М. Лишайники / Красная книга Волгоградской области. Книга в двух томах. 2-е изд., перераб. и доп. Т. 2 Растения и другие организмы / под ред. д.б.н., проф. О. Г. Барановой, д.б.н., проф. В. А. Сагалаева. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. – С. 212 – 223.

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ «ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИШАЙНИКОВОГО КОМПОНЕНТА БИОТЫ ПРИРОДНОГО ПАРКА "ЦИМЛЯНСКИЕ ПЕСКИ"»

Работа Екатерины Юрьевны Малаховой «Лишайниковый компонент биоты природного парка "Цимлянские пески"» представляет собой оригинальное исследование, посвященное выявлению видового состава, а также систематических, географических, биоморфологических и экологических особенностей лишайников ООПТ, расположенных на юго-востоке Волгоградской области.

Хочется отметить большой объем полевой и камеральной работы, проделанной автором. В работе выявлено 40 видов лишайников из 24 родов и 6 семейств, что составляет не менее 15% видов, известных для региона исследования. Автор знаком с современными тенденциями в систематике лишайников, и в работе приведены актуальные названия родов и видов, что является нечастым явлением для школьных исследовательских работ по лишайникам. При определении использовались серьезные профессиональные определители («Определитель лишайников СССР», «Определитель лишайников России»), ставшие классикой при проведении лишайниковых исследований. Опыт и научный статус руководителя работы гарантирует качество проверки определений.

С точки зрения структуры работа включает традиционные разделы: введение, 4 главы («Физико-географическая характеристика района исследования», «Характеристика объекта исследования», «Материалы и методы» и «Результаты и обсуждение»), заключение и список использованной литературы.

В плане развития исследования можно дать следующие рекомендации.

В полученном тексте работы главе 4-й «Результаты и обсуждение» уделено только 2 страницы из общего объема 11 страниц. Было бы интересно расширить именно этот раздел, возможно, за счет глав 1 и 2, например, внося часть графиков из приложений в основной текст, так как это повысило бы наглядность полученных результатов.

В тексте сказано, что «определение накипных видов будет проведено позднее». При этом не ясно, включены ли накипные формы в указанные 40 видов? Если они не включены, то, возможно, стоит скорректировать название работы, указав, что исследовались только «макролишайники» (т. е. без накипных форм). Также в этом случае не совсем ясны результаты по соотношению морфологических типов слоевищ лишайников: указано преобладание листоватых форм, но не ясно, учтены ли при этом накипные? Стоит отметить, что для поставленной задачи «проведения биоморфологического анализа лишайниковой биоты», скорее всего, стоит использовать более подробные классификации морфологических типов слоевищ (например, Окснер, 1974).

Заключение работы не разделено на отдельные выводы, что затрудняет оценку степени достижения поставленных 3 задач. Возможно, рубрикация в этом разделе упростит визуальное восприятие.

Хочется отметить высокий уровень оформления работы: качество форматирования, оформление списка литературы, отсутствие опечаток и ошибок. Из замеченных мной моментов: стоит убрать дублирование фразы «Для сохранения вышеуказанных видов необходимо обеспечить комплексную сохранность тех экотопов, в которых они встречаются» (с. 9) и при оформлении ссылок на интернет-источники приводить не только адрес ссылки, но иные атрибуты (автор, название, дата обращения и т. д.)

Указанные предложения ни в коем случае не снижают впечатления о работе, и она, безусловно, может быть рекомендована для участия в очном туре Чтений.

С уважением, рецензент Смирнов Иван Алексеевич
Учёная степень: кандидат биологических наук
Дата написания рецензии: 17.02.2020

КОНКУРЕНТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ЭПИЛИТНЫХ ЛИСТОВАТЫХ ЛИШАЙНИКОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА МАЛИНОВАРАККСКОГО СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ЛОУХСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Год: 2023

Автор работы: Попова Дарья Сергеевна (15 лет)

Руководитель: Копыцин Александр Александрович

Организация: АНОО "Хорошевская школа"

Город: МОСКВА

ВВЕДЕНИЕ

Лишайники это – симбиотические организмы, которые представляют собой ассоциации грибов, водорослей и/или цианобактерий. Они важны для экосистем, так как часто преобладают в стрессовых средах, таких как поверхности скал и кора деревьев, эти организмы являются пионерами, то есть первыми поселяются на участке, где ранее не было живых существ. Лишайник готовит среду для жизни других видов.

Так же велико их значение в обеспечении выживания водорослей в неблагоприятных средах. Они не имеют возможности жить отдельно в такой сухой среде, но гриб защищает водоросль в периоды засухи, а редкие наводнения и дожди позволяют запасать воду до следующего раза. Поскольку лишайники позволяют водорослям жить по всему миру в самых разных климатических условиях, они увеличивают преобразование углекислого газа в атмосфере в кислород посредством фотосинтеза.

Лишайники помогают людям напрямую тем, что поглощают загрязняющие вещества в атмосфере и накапливают их в слоевище, при их извлечении из лишайника ученые получают данные о содержании, например углерода, серы или тяжелых металлов в окружающей среде. Лишайники содержат множество специфических кислот, которые если и не могут быть напрямую использованы в изготовлении лекарственных препаратов могут дать идеи для создания похожих лекарственных веществ (Голубкова, 1977). Все это является причиной того, почему важно исследовать лишайники.

Вопрос о том, происходит ли конкуренция между лишайниками, остается дискуссионным. Существуют исследования, которые предполагают, что конкурентные отношения могут иметь определенное значение, давая высококонкурентным видам преимущество в структурировании сообществ лишайников. Эти исследования показывают, что конкуренция за пространство и свет действительно происходит в сообществах лишайников и что отдельные виды лишайников могут быть исключены из субстрата в результате конкуренции. Более того, конкурентные взаимодействия в многовидовых сообществах могут привести к стабильным

сообществам видов. В крупном исследовании лишайников Великобритании (James et al., 1977) был сделан вывод, что в пределах климатически однородного региона в каждом субстрате сформировалось сходное сообщество лишайников. Тем не менее в пределах внешне однородных местообитаний также наблюдались вариации, которые, как предполагалось, частично объяснялись конкурентными эффектами (James et al., 1977). Этот вывод также поддержал Оксанен, который в результате обширных исследований заметил, что лишайники конкурируют за пространство и свет на различных субстратах (Oksanen, 1984).

Особенностью многих сообществ эпилитных лишайников является доля поверхности скал, не занятая слоевищами лишайников. Джон на основании изучения обвала Джонаса в канадских Скалистых горах пришел к выводу, что конкуренция сыграла существенную роль в формировании этих сообществ (John, 1988, 1990). Рейд и Яррантон и Грин сделали аналогичные выводы из исследований зонального распределения лишайниковой растительности на скалах, граничащих с ручьями, и характера вертикального распределения на скалах в мысе Ратлснейк Онтарио (Reid, 1960). Но по мере того, как талломы лишайников отмирают, данные места становятся доступными для колонизации. Это позволяет предположить, что интенсивность конкуренции за пространство может снизиться в более старых, более устоявшихся сообществах.

Исследования распределения лишайников по отношению к скалам также предоставили косвенные доказательства наличия конкурентных эффектов. Армстронг изучал рост видов листоватых лишайников, пересаженных на обращенные к северу и югу скальные поверхности в Северном Уэльсе. Рост *Parmelia conspersa* и *Physcia orbicularis* снизился при пересадке на поверхности, обращенные к северу, по сравнению с поверхностями, обращенными к югу, причем оба вида характерны для хорошо освещенных поверхностей скал. Напротив, таллом *Parmelia saxatilis* одинаково хорошо растет при пересадке на северную и южную каменные поверхности, тогда как этот вид встречается преимущественно на северных склонах участка. Эти наблюдения позволяют предположить, что *P. saxatilis* мог исчезнуть на южных поверхностях из-за конкуренции со стороны быстрорастущих листоватых видов лишайников (Armstrong, 1977). Точно так же накипной лишайник *Rhizocarpon geographicum* в изобилии встречается на южных поверхностях скал на этом участке, но также встречается на небольшом количестве поверхностей, обращенных на север (Armstrong, 1974). Значительно больше ассоциированных видов лишайников присутствовало на северных поверхностях, где присутствовал *R. geographicum* (Armstrong, 2002). Однако средняя встречаемость этих видов была значительно ниже на поверхностях, где присутствовал *R. geographicum*. Это говорит о том, что интенсивность конкуренции внутри многовидового сообщества могла быть выше на некоторых поверхностях, обращенных на север, что снижало эффективность более сильных конкурентов и позволяло *R. geographicum* выживать на более неблагоприятных участках, обращенных на север (Armstrong, 2002). Предполагается, что конкурентные эффекты оказали важное влияние на эти виды. Следовательно, многие ученые, пришли к выводу, что между слоевищами лишайников происходит конкуренция и что эти взаимодействия могут иметь важное значение в распространении отдельных видов и структуре сообществ лишайников.

Одним из важных методов исследования взаимодействия лишайников явля-

ется метод изучения контактов и перекрытий. Он заключается в изучении точек контакта между соседними слоевищами в сообществе и определении частоты наложений между особями (Pentecost 1980). Исследование конкуренции лишайников позволяет выявить наиболее конкурентные виды, и расположить их в порядке конкурентной способности, известной как «конкурентная иерархия». (Tilman, 1982; Tilman and Kareiva, 1997).

Когда лишайники колонизируют субстрат, они растут радиально, и в итоге края талломов соприкасаются друг с другом. Процессы, происходящие при встрече двух талломов, имеют решающее значение для понимания результатов конкуренции лишайников. В своем исследовании скал в Уэльсе (Pentecost, 1980) перечислил несколько возможных результатов конкуренции лишайников: 1) один вид вытесняется другим, 2) ни один вид не растет в точке контакта (условие «перемирия») и 3) один вид может эпифитно расти на другом. При встрече листовидных талломов могут происходить еще два процесса. Во-первых, один таллом может подорвать другой, прорастая под лопастями своего конкурента. Этот процесс может поднять часть слоевища над субстратом и привести к прекращению роста. Во-вторых, две доли могут сталкиваться друг с другом, поднимаясь над субстратом и приводя к отмиранию обеих долей. Оба эти явления можно наблюдать в сообществах лишайников, но в настоящее время имеется мало количественных данных, позволяющих определить частоту этих типов взаимодействий.

Другие работы по изучению контактов лишайников (Dale, 1985) показывают, что, когда происходит контакт между двумя слоевищами, один вид вытесняет другой либо за счет нарастания на конкурента, либо за счет производства аллелопатических веществ. Опубликованные исследования предоставляют убедительные доказательства нарастания лишайников, особенно в относительно ненарушенных сообществах (Lawrey, 1991).

Изучение конкуренции в сообществах лишайников может иметь значение для других стрессовых сред, где симбиотические организмы играют значительную роль, и рассматриваются факторы, которые могут способствовать стабильности в многовидовых сообществах.

В целом в отечественной литературе тема конкуренции в сообществах лишайников изучена недостаточно поэтому целью данной работы явилось исследование конкурентных отношений эпилитных листоватых лишайников в окрестностях деревни Нильмогуба Малиновараккского сельского поселения Лоухского района Республики Карелия.

В соответствие с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Выявить видовой состав конкурирующих эпилитных листоватых лишайников.
2. Определить лишайник, образующий наибольшее количество контактов.
3. Установить наиболее распространенный тип контакта.
4. Выяснить получает ли этот лишайник конкурентное преимущество при наиболее распространенном типе контакта.

ГЛАВА 1. ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал для данного исследования собирался 8–9 мая 2022 г. на островах Горелый и Большой Епишкин. Лихенологическое исследование контактов

листоватых лишайников проводилось маршрутным методом, было обследовано 14 камней и выявлен 71 контакт (прил. 2). Для каждого контакта фиксировались следующие показатели: 1 виды, вступившие в контакт, 2 тип контакта, 3 положение на камне. Определение лишайников проводилось с помощью Волкова П. А., Абрамова Л. А., Смирнов И. А. и др. (2009.) Определитель наиболее распространенных видов лишайников, Голубкова Н. С., Журбенко М. П., Крусанова З. Г. и др. Определитель лишайников России. Выпуск 6. Типы контактов были классифицированы на основе Review article «Competition in lichen communities» R.A. Armstrong and A.R. Welch (2007)

ГЛАВА 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате лишенологического исследования, было выявлено 5 листоватых лишайников, образующих контакты, 3 из которых удалось определить до вида и 2 до рода (прил. 1).

2.1 СПИСОК ВЫЯВЛЕННЫХ КОНТАКТИРУЮЩИХ ЛИШАЙНИКОВ

При анализе различных контактов лишайников друг с другом оказалось, что наибольшее количество и разнообразие контактов образует лишайник *Parmelia saxatilis* (табл. 1), в отличие от других, она контактировала со всеми видами лишайника

ТАБЛИЦА 1. СООТНОШЕНИЕ КОНТАКТОВ РАЗНЫХ ТИПОВ ЛИШАЙНИКОВ

	<i>Arctoparmelia centrifuga</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Melanelia sp.</i>	<i>Umbilicaria sp.</i>
<i>Arctoparmelia centrifuga</i>			6	4
<i>Melanelia sp.</i>		4		2
<i>Parmelia saxatilis</i>	15	10	22	8

2.2 ПРЕОБЛАДАЮЩИЙ ТИП КОНТАКТОВ ЛИШАЙНИКОВ С *PARMELIA SAXATILIS*

Распространённая классификация типов контакта приведена в Review article «Competition in lichen communities» R.A. Armstrong and A.R. Welch (2007) :

А. Слоевиде одного вида нарастает на другой лишайник перекрывая ему доступ к солнцу что приводит к отмиранию этой части таллома

В. Слоевидца обоих лишайников отрываются от земли в попытке нарастания на конкурента из-за чего потеряв субстрат данная часть лишайника уже не способна расти

С. Так же один таллом может подрасти под другой, что поднимет конкурирующий над субстратом и может привести к прекращению роста в данной области

Д. Один вид использует другой в качестве субстрата

Е. Данный тип контактов преобладает в сообществах накипных лишайников и представляет собой завершение роста обоих лишайников в зоне контакта

Ф. Радиально растущие лишайники с отмирающей серединой могут иметь такой тип контакта, где другой вид селится в пустое место в центре

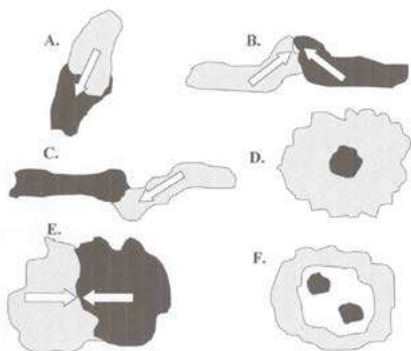


Рисунок 1. Типы контактов

В ходе исследования было выявлено 4 типа контактов *Parmelia saxatilis* : А, С, Е, D (рис. 2). Преобладающим типом контактов оказался тип А (68%), кроме контакта с *Hypogymnia physodes* для которой преобладающим был гораздо менее распространённый тип D, от общего количества тип D составляет 19% (рис. 3) . На тип С и тип Е приходится 2 и 1 контакт соответственно.

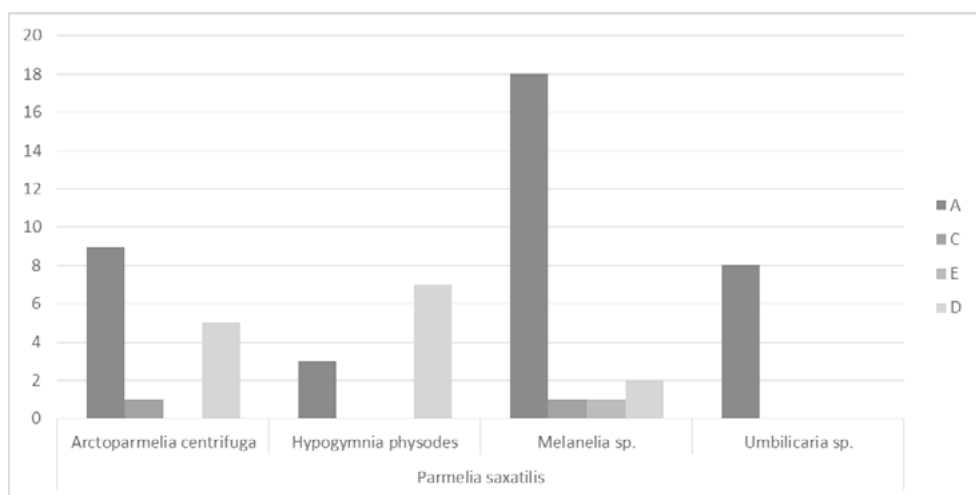


Рисунок 2. Количество контактов с *Parmelia saxatilis*

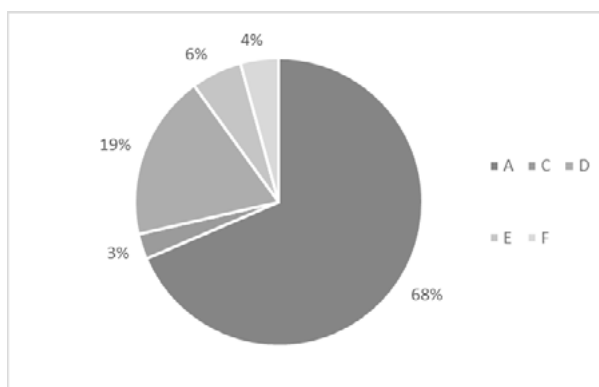


Рисунок 3. Процентное соотношение контактов с *Parmelia saxatilis*

Как мы видим из проведенного анализа преобладающим типом контакта является А. Интересно изучить как ведет себя при данном типе контактов *Parmelia saxatilis* и ее контрагенты.

2.3 АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛИШАЙНИКОВ С *PARMELIA SAXATILIS* ПРИ ТИПЕ КОНТАКТА А

При изучении контактов *Parmelia saxatilis* с другими видами лишайников мы обнаружили 38 контактов типа А. Проанализировав эти взаимодействия было установлено, что в 84% случаев таллом *Parmelia saxatilis* нарастает на слоевище взаимодействующего с ней вида (рис. 4). В 18% случаев контакта таллом другого лишайника нарастает на *Parmelia saxatilis* при этом не удастся выделить вид, который наиболее активно конкурирует с *Parmelia saxatilis*.

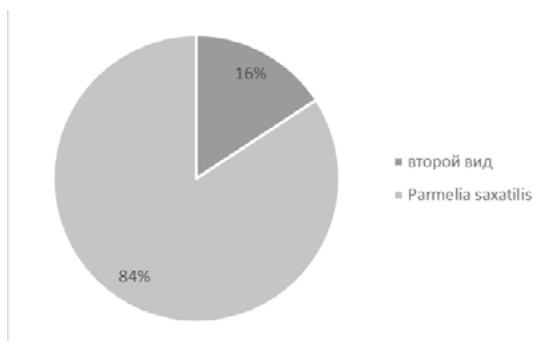


Рисунок 4. Вид лишайника, располагающийся сверху при контакте типа А

Очевидно, в данном сообществе *Parmelia saxatilis* является наиболее конкурентным видом.

ВЫВОДЫ:

1. В результате исследования было выявлено 5 видов листоватых лишайников, образующих контакты.
2. Самый часто встречающийся лишайник, вступающий в контакты с другими это *Parmelia saxatilis*, на него приходится 68% от всех контактов лишайников.
3. Типы контактов с *Parmelia saxatilis* специфичны для контактирующего с ней вида лишайника, но преобладающий тип – тип А (один вид нарастает на другой).
4. *Parmelia saxatilis* имеет преимущество при контакте типа А с другими лишайниками, в 84% случаев она нарастает на другой вид лишайника.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Волкова П. А., Абрамова Л. А., Смирнов И. А. и др. Школьные биологические практики на побережье Белого моря. М.: Библиотека журнала «Исследователь/Researcher», 2009. С. 135–147.
2. Голубкова Н. С. Практическое использование лишайников // Жизнь растений.– М.: Просвещение, 1977. – Т.3. – С. 467–470.
3. Голубкова Н.С., Журбенко М.П., Крусанова З.Г., Абрамова М.Д., Котлов Ю.В., Домбровская А.В. Определитель лишайников России. Выпуск 6. Алекториевые, пармелиевые, стереокаулоновые, 1996. С. 4–12
4. Armstrong, R.A. 1974. The descriptive ecology of saxicolous lichens in an area of South Merionethshire, Wales. *Journal of Ecology* 62: 33–45.
5. Armstrong, R.A. 1977. The response of lichen growth to transplantation to rock surfaces of different aspect. *New Phytologist* 78: 473–478.

6. Armstrong, R.A. 2002. The effect of rock surface aspect on growth, size structure, and competition in the lichen *Rhizocarpon geographicum*. *Environmental and Experimental Botany* 48: 187–194.
7. Armstrong R.A. and Welch A.R. 2007. Review article «Competition in lichen communities»
8. Dale, M.R.T. 1985. A geometric technique for evaluating lichen growth models using the boundaries of competing thalli. *Lichenologist* 17: 141–148.
9. James, P.W., Hawksworth, D.L., and Rose, F. 1977. In: *Lichen Communities in the British Isles: A Preliminary Conspectus*. Seaward, M.R.D., ed. Academic Press, C. 295–419.
10. John, E.A. 1989. An assessment of the role of biotic interactions and dynamic processes in the organisation of a species in a saxicolous lichen community. *Canadian Journal of Botany* 67: 2025–2037.
11. John, E.A. 1990. Fine scale patterning of species distributions in a saxicolous lichen community at Jonas Rockslide, Canadian Rocky Mountains. *Holarctic Ecology* 13: 187–194.
12. Lawrey, J.D. 1991. Biotic interactions in lichen community development: a review. *Lichenologist* 23: 205–214.
13. Oksanen, J. 1984. Interspecific contact and association in sand dune vegetation dominated by bryophytes and lichens. *Annales Botanici Fennici* 21: 189–199.
14. Pentecost, A. 1980. Aspects of competition in saxicolous lichen communities. *Lichenologist* 12: 135–144.
15. Reid, A. 1960. Stoffwechsel und Verbreitungsgrenzen von Flechten. I. Flechtenzonierungen an Bachufern und ihre Beziehungen zur jaehrlichen Ueberflutungsdauer und zum Mikroklima. *Flora* 148: 345.
16. Tilman, D. 1982. *Resource, Competition and Community Structure*. Monographs in Population Biology 17. Princeton University Press, Princeton.
17. Tilman, D. and Kareiva, P. 1997. *Spatial Ecology: The role of space in population dynamics and interspecific interactions*. Monographs in Population Biology 30. Princeton University Press, Princeton.
18. Yarranton, G.A. and Green, W.G.E. 1966. The distribution pattern of crustose lichens on limestone cliffs at Rattlesnake Point, Ontario. *Bryologist* 69: 450–461.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СПИСОК ВЫЯВЛЕННЫХ ВИДОВ И РОДОВ ЛИШАЙНИКОВ

Царство: Fungi

Отдел: Ascomycota

Класс: Lecanoromycetes O. E. Erikss. et Winka

Порядок: Lecanorales Nannf.

Семейство: Parmeliaceae Zenker

Parmelia saxatilis (L.) Ach. (1803)

Arctoparmelia centrifuga (L.) Hale, 1986

Hypogymnia physodes (L.) Nyl. (1896)

Род: *Melanelia* sp.

Порядок: Umbilicariales J. C. Wei et Q. M. Zhou

Семейство: Umbilicariaceae Chevall.

Род: *Umbilicaria* sp.

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ

«КОНКУРЕНТНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ЭПИЛИТНЫХ ЛИСТОВАТЫХ ЛИШАЙНИКОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА МАЛИНОВАРАККСКОГО СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ЛОУХСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ»

Материал введения объемён, репрезентативен и логично подводит к изучаемой проблематике, фактически представляя собой обзор литературы по выбранной теме. Автором проработано достаточное число актуальных исследований, выполненных преимущественно за рубежом. Краткий срок сбора материала (всего два дня) не повлиял на адекватность и масштабность его объёма (14 субстратов и 71 контакт лишайников). Работа является великолепным примером того, что даже в кратчайшие сроки можно выполнить интересное и качественное исследование. Выводы соответствуют поставленным задачам.

Вместе с тем, есть несколько замечаний, которые принципиально не влияют на результаты исследований.

1. Вызывает сомнение диагностика *Nurogymnia physodes*, растущего на камнях. Обычно эту субстратную нишу осваивают другие представители рода (см. Домбровская, Шляков, 1969: 38–39).

2. В таблице приводятся абсолютные показатели, лучше их перевести в относительные (в %).

3. Характеристику типов контактов лишайников (по Armstrong, Welch, 2007) следует перенести из результатов в методику работы, а главу о результатах переименовать в «Результаты и обсуждения», т. к. в ней приводится сравнение с результатами других исследований.

4. В подписях к рисункам необходимо дать пояснения обозначений: единицы измерения для цифровых показателей и расшифровку буквенных обозначений. Возможно, тогда бы было понятно, почему в рис. 3 появился пятый контакт лишайника, если в результатах отмечено всего четыре.

5. Первый вывод фактически представляет собой результат и требует переформулирования.

6. Необходимо напомнить, что латинские названия в исследованиях принято выделять курсивом, а цитирование источников в тексте следует унифицировать: в описании методики они приведены не верно (верно во введении).

Кроме этого следует проверить текст на пунктуационные ошибки — их немало.

С уважением, рецензент Дунаев Евгений Анатольевич
Дата написания рецензии: 11.02.2023

ИССЛЕДОВАНИЯ ГРИБОВ–МАКРОМИЦЕТОВ

ОЦЕНКА ПОРАЖЁННОСТИ БАЗИДИАЛЬНЫМИ МАКРОМИЦЕТАМИ РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ СМЕШАННОГО ЛЕСА В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА МАЛИНОВАРАККСКОГО СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ЛОУХСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Год: 2022

Автор работы: Петухова Варвара Андреевна (14 лет)

Руководитель: Копыцин Александр Александрович

Организация: ЧОУ "Хорошкола"

Город: МОСКВА

ВВЕДЕНИЕ

Изучение микобиоты, оценка состояния лесных экосистем – необходимые для разработки и принятия должных охранных мер мероприятия (Лосицкая, 1999). Например, при экологическом обосновании заказников и заповедников, ведь базидиальные макромицеты играют существенную роль в функционировании, распаде и переработке органики, а особенное значение имеет их способность к ферментативному разложению лигноцеллюлозного комплекса (Лосицкая, 1999).

Для составления полной характеристики участков леса и получения корректных данных о состоянии целых лесных экосистем, необходима точная оценка поражённости территорий различных участков леса, так как эти сведения могут быть использованы в качестве наиболее корректного показателя, дающего понимание об острой необходимости или её отсутствии принятия мер по усиленной охране окружающей среды.

Сведения о макромицетах на территории Республики Карелии с каждым годом становятся всё более обширными. Особенно это заметно по сравнению с изученностью данной темы в период 90-х годов 20-го века (Лосицкая, 1999). Ведь теперь в окрестностях Петрозаводска с 2009 года регулярно проводится инвентаризация видового состава грибов, использующаяся для выявления новых для Р. Карелия видов и, как вариант, занесения их в Красную книгу данного региона (Министерство природных ресурсов и экологии Р. Карелия, 2020).

Однако, микологические исследования по оценке поражённости леса в окрестностях д. Нильмогуба Р. Карелия базидиальными макромицетами ранее не проводились. Поэтому это стало целью нашей работы. В соответствии с ней были поставлены следующие задачи:

1. Выявить видовой состав макромицетов в окрестностях деревни Нильмогуба, Республики Карелии.
2. Провести таксономический анализ микобиоты.
3. Провести анализ трофической приуроченности макромицетов к различным видам живой и мёртвой древесины.

4. Оценить процент поражённости различных участков леса разными видами макромицетов.
5. Сравнить участки леса по поражённости базидиальными макромицетами.

ГЛАВА 1. ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал собирался с 7 по 12 мая 2021 г. Объектами исследования являлись базидиальные макромицеты, относящиеся к классам *Agaricomycetes* и *Tremellomycetes*.

Работа проходила в окрестностях д. Нильмогуба, Лоухского р-на, Р. Карелия. Сборы производились на 3-х пробных площадках площадью 20x20, заложенных случайным образом в трёх биотопах. Первая - на северном склоне в 200 м. от моря, на о-ве Б. Епишкин, вторая - на правом высоком берегу р. Нильма, в 20 м. от русла, материк, третья - в 110 м. от протока, в 160 м. от основного русла р. Нильма, на материковой части. На площадке №1 из растительности преобладали брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), черника (*Vaccinium myrtillus*), багульник (*Ledum* sp.), кукушкин лён (*Polytrichum commune*). На площадке №2 из растительности преобладали брусника, черника, осока (*Carex* sp.), плаун годичный (*Lycopodium annotinum*). На площадке №3 из растительности преобладали брусника, черника, кукушкин лён (*Polytrichum commune*). Распределение видов древесных пород по площадкам показана в прил. 1, табл. 1.

Микологические сборы осуществлялись методом маршрутных исследований. В пределах площадок были обследованы и посчитаны все деревья - живые, мёртвые, имеющие плодовые тела грибов и не имеющие их.

Определение видов производилось с помощью следующих литературных источников: П. Янсен (2005), Т. Лессо (2003), П. Е. Сосин (1973), Ф. В. Фёдоров (1985), А. С. Бондарцев (1953).

ГЛАВА 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате микологического исследования, было выявлено 13 видов макромицетов, относящихся к классам *Agaricomycetes* и *Tremellomycetes*, 5 порядкам, 11 семействам и 12 родам. Список выявленных видов базидиальных макромицетов в окрестностях деревни Нильмогуба см. в прил. 2.

2.2 Анализ видового состава базидиальных макромицетов

2.2.1 Таксономический анализ базидиальных макромицетов

Рассмотрение грибов в ранге классов показывает преобладание *Agaricomycetes* (12 видов; 92% от общего числа выявленных видов), на *Tremellomycetes* приходятся все оставшиеся виды (1 вид; 8%).

Среди порядков преобладает *Aphyllorphorales* (6 видов; 46% от общего числа выявленных видов), меньшим количеством видов представлен порядок *Hymenochaetales* (3 вида; 23%), далее в порядке убывания следуют такие порядки как *Agaricales* (2 вида; 15%), *Auriculariales* (1 вид; 8%) и *Tremellales* (1 вид; 8%).

Ведущими семействами являются *Polypogaceae* (2 вида, относящиеся к одному роду; 15% от общего числа выявленных видов), *Hymenochaetaceae* (2 вида, относящиеся к разным родам; 15%). Остальные семейства представлены только одним видом (1; 7-8%). См. прил. 3, табл. 2.

2.2.2 Географический анализ

В биоте базидиальных макромицетов Р. Карелия преобладает мультizonальный географический элемент, включающий в себя 10 видов (77% (прил. 4, табл. 3)). Туда же входят виды-космополиты, распространённые на практически всех континентах южного и северного полушарий (*Tremella mesenterica*, *Cerrena unicolor*, *Phellinus igniarius*, *Panellus stipticus* и *Fomes fomentarius*). Неморальный элемент представлен лишь 15% (2 видами). Единственным представителем бореального элемента является *Exidia nigricans* (8%).

Распределение базидиальных макромицетов по типам ареала также неравномерно, так как в биоте значительно преобладают виды, имеющие мультireгиональный (69%) тип ареала, обладающий широкой географической амплитудой (Лосицкая, 1999). К голарктическому типу ареала относятся 3 вида (23%), а к типу ареала с более узким распространением (амфиатлантическому) относится лишь 1 вид (8% от общего числа выявленных видов).

Таким образом, в биоте базидиальных макромицетов Лоухского р-на Р. Карелия преобладают виды, относящиеся к мультizonальному географическому элементу и к мультireгиональному типу ареала (См. прил. 4 и табл. 3).

2.3 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

2.3.1 Топический анализ микобиоты по площадкам

На площадке №1 было выявлено 2 вида макромицетов, что составило 15% от общего числа выявленных видов. На площадке №2 было выявлено наибольшее число видов макромицетов – 12 (92%). На площадке №3 было зарегистрировано 3 вида (23%), видов макромицетов, что меньше, чем на площадке №2, но больше, чем на площадке №1. Самый распространенный вид - *Fomes fomentarius*, менее распространёнными являются *Piptoporus betulinus* и *Inonotus obliquus*, остальные виды же встречались лишь в пределах одного биотопа.

Самым богатым в микологическом отношении оказалась площадка №2. Это может быть обусловлено тем, что влажность способствует росту мицелия и снижению сопротивляемости к заражению у деревьев. Список видов по площадкам см. в прил. 5, табл. 4.

2.3.2 Анализ трофической приуроченности

По трофической приуроченности базидиальные макромицеты разделяются на группы сапротрофов, симбиотрофов и паразитов. В данной работе за основу была принята шкала трофических групп А.Е. Коваленко (1980) с некоторыми дополнениями В. М. Лосицкой (1999) и Т. С. Булгакова с И. В. Бондаренко-Борисовой (2019). При разделении грибов по трофическим группам некоторые виды попадают сразу в несколько категорий. Распределение макромицетов в окрестностях деревни Нильмогуба см. в прил. 6, табл. 5.

Таким образом наибольшая часть макромицетов относится к группе сапротрофов на валежной древесине (Le). Соответственно, большинство макромицетов в окрестностях деревни Нильмогуба лишь способствует переработке мертвой органики, а следовательно, играет важнейшую экологическую роль в биологическом круговороте энергии и веществ в природе (Хмелев, Афанасьев, 2000), не принося ущерб лесным экосистемам (см. прил. 9, табл. 7). Однако, процент приуроченности макромицетов к группе патогенов на деревьях и кустарниках (Pt) на территориях площадок №2 и №3 составляет 33% (см. табл. 5.1), что гораздо выше

процента пораженности на территории площадки №1, на которой группа патогенов на деревьях и кустарниках не была представлена вовсе. Распределение трофических групп макромицетов по пробным площадкам показано в прил. 6, табл. 5.1.

Однако, не все выявленные грибы проявляли свои трофические предпочтения согласно литературным источникам, указанным выше, что показано в прил. 7, табл. 6.

Сравнив результаты данных анализов, мы можем заключить, что 6 видов грибов проявили свои трофические предпочтения, отклоняясь от общеизвестной классификации. *Inonotus Obliquus*, ранее относившийся лишь к группе патогенов на деревьях и кустарниках (Pt), проявил себя как сапротроф на сухостойной древесине (Ls). *Tremella mesenterica*, ранее относившийся к группам сапротрофов на валежной и сухостойной древесине (Le и Ls), помимо своих обычных трофических проявлений, проявил себя как патоген на деревьях (Pt). *Cerrena unicolor*, ранее относившийся к группам сапротрофов на валежной древесине (Le) и факультативных сапротрофов (Pf), проявил себя как сапротроф на сухостойной древесине (Ls). *Trichaptum abietinum*, ранее относившийся к группе сапротрофов на валежной древесине (Le), помимо своего обычного трофического проявление, проявил себя как сапротроф на сухостойной древесине (Ls). *Phellinus robustus*, ранее относившийся к группе патогенов на деревьях и кустарниках (Pt), проявил себя как сапротроф на сухостойной древесине (Ls). *Exidia nigricans*, ранее относившийся к группе сапротрофов на валежной древесине (Le), помимо своего обычного трофического проявления, проявил себя как сапротроф на сухостойной древесине (Ls).

Следовательно, в ходе данного исследования были получены новые данные о трофических предпочтениях вышеуказанных видов макромицетов.

2.3.4 Анализ трофических предпочтений

Субстрат является основным фактором, определяющим присутствие и смену видов данной группы макромицетов в конкретном местообитании (Бондарцева, 1965). Для древоразрушающих грибов существует приуроченность к определённым породам деревьев.

Из 13 выявленных видов лишь 1 (8% от общего числа выявленных видов) относится к категории всеядных (встречается как на лиственных, так и на хвойных породах), 1 (8%) относится к категории, специализированной на деревьях хвойных пород и большинство видов (11;84%) относится к категории, отмеченных на лиственных породах деревьев. Таким образом, на ели было встречено 2 вида (15%), на осине также 2 вида (15%), а на берёзе – 12 (92%).

2.3.5 Анализ поражённости пород деревьев по площадкам

Проведённый анализ (см. прил. 8, табл. 7) показывает, что поражённость берёзы (*Betula pendula*) на 1-й пробной площадке составляет 6,32%, на 3-й – 19,8%, наибольшая поражённость была зарегистрирована на площадке №2 (23%). Итого общая поражённость данного вида деревьев на всех 3-х пробных площадках составляет 17,37% от общего числа отмеченных деревьев этого вида. Поражённость ели (*Picea abies*) на 1-й и 3-й пробных площадках составила 0% и лишь на 2-й была зарегистрирована в размере 10%. Итого общая поражённость данного вида деревьев на всех пробных площадках составила 2,77%. Сосна (*Pinus sylvestris*) встречалась только на 1-й площадке, однако не была поражена. Итого общая поражённость сосны на всех площадках составила 0%. Осина (*Populus tremula*) на 1-й и 2-й площадках встречалась, но не была поражена. На 3-й же её поражённость составила 10% от

общего числа деревьев данного вида. Итого общая поражённость осины на всех площадках составила 7,69%.

Следовательно, проведённого анализа, что на 1-й пробной площадке общий процент поражённых деревьев составил 4,31%, на 2-й – 20,16%, на 3-й – 15,97% от общего числа деревьев, соответственно выявленных на территориях каждой из 3-х площадок. Общая поражённость всех выявленных видов деревьев составила 13,93% от общего числа деревьев на площадках.

2.3.6 Анализ поражённости живых деревьев по площадкам

Приведенный анализ (прил. 9, табл. 7) показывает, что поражённость живых деревьев всех зарегистрированных видов на площадке №1 составляет 0%, на второй – 1,1%, а наиболее поражённой территорией оказалась площадка №3 (% поражения живой древесины составил 1,65). Итого если рассмотреть общую поражённость всех выявленных видов живых деревьев на всех трёх пробных площадках, она составит 0,97%. Из этого мы можем заключить, что плодовые тела макромицетов в абсолютном большинстве случаев приурочены к мёртвой древесине, а значит приносят наибольшую пользу окружающей среде, способствуя ускорению процесса переработки мёртвой органики.

ВЫВОДЫ:

1. В ходе исследования, было выявлено 13 видов базидиальных макромицетов, относящихся к классам Agaricomycetes и Tremellomycetes, 5 порядкам, 11 семействам и 12 родам. Ведущими семействами являются Polyporaceae (2 вида, относящиеся к одному роду; 15% от общего числа выявленных видов), Hymenochaetaceae (2 вида, относящиеся к разным родам; 15% от общего числа видов).
2. Базидиальные макромицеты в окрестностях деревни Нильмогуба, Республики Карелия представлены в основном видами с широким географическим распространением. Более половины всех отмеченных на изучаемых территориях видов имеют мультирегиональный тип ареала и относятся к мультизональному географическому элементу.
3. Самым распространённым видом оказался *Fomes fomentarius* (встречался на территориях 3/3 площадок), а чуть менее – *Piptoporus betulinus* и *Inonotus obliquus* (встречались на территориях 2/3 площадок).
4. Наибольшее число видов входит в трофическую группу сапротрофов на валежной древесине (77%), из него 5 видов обладают паразитными свойствами. Группа сапротрофов на сухостойной древесине в процентном соотношении составляет 46%, из неё 3 вида обладают паразитными свойствами.
5. Такие виды базидиальных макромицетов как: *Inonotus Obliquus*, *Tremella mesenterica*, *Cerrena Unicolor*, *Trichaptum abietinum*, *Phellinus robustus* и *Exidia nigricans* проявили свои трофические предпочтения, отклоняясь от общеизвестной классификации.
6. По трофической приуроченности наиболее поражаемым деревом оказалась мёртвая берёза, затем мёртвая ель, далее живая берёза и живая осина. На берёзе было отмечено 12 видов, что составляет 92% от общего числа выявленных.
7. По поражённости различных участков базидиальными макромицетами можно сказать, что наиболее поражённым участком оказалась площадка №2 (20,16% от общего числа деревьев), менее поражена площадка №3 (15,97%), а наименьшее количество поражённых деревьев на территории площадки №1 (4,31%). Общая поражённость деревьев на пробных площадках составила 13,93%.

8. Плодовые тела макромицетов в абсолютном большинстве приурочены к мёртвой древесине, так как общий процент поражённости живых составляет 0,97%. Это означает, что грибы, поражающие в основном мёртвые деревья, приносят пользу окружающей среде так как способствуют более быстрому процессу переработки мёртвой органики, что позволяет легче и эффективнее развиваться лесным экосистемам.
9. Коэффициенты сходства, рассчитанные для всех площадок, показали, что видовой состав сравниваемых микобиот изучаемых участков леса значительно отличается (прил. 10).

ЛИТЕРАТУРА:

1. А. Н. Громцев, О. Л. Кузнецов, Г. Т. Шкиперова Государственный доклад о состоянии окружающей среды Р. Карелия в 2019 г. // Мин-во природных ресурсов и экологии Р. Карелия, Петрозаводск, 2020. – 248 с.
2. Бондарцев А. С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. М. – Л.: АН СССР, 1953. 1106 с.
3. Бондарцева М. А. Обзор порядка *Aphyllorphorales* Ленинградской области. Дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. Л.: БИН АН СССР, 1963. 482 с.
4. Бондарцева М. А. Факторы, влияющие на распространение афиллофоровых грибов по типам леса // Проблемы изучения грибов и лишайников. Тарту: АН ЭССР, 1965. С.
5. Бондарцева М. А., Пармасто Э. Х. Определитель грибов СССР. Порядок Афиллофоровые. Вып. 1. Семейства гименохетовые, лахнокладиевые, кониофоровые, щелелистниковые. Л.: наука, 1986. 192 с.
6. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 231 с.
7. Зайцев Г. Н. Сравнение флор по их видовому составу // Прикладная математика в биологии. М.: МОИП, 1979. С. 66–69.
8. Кириллова О. С. Агарикоидные базидиомицеты национального парка «Русский Север» (Вологодская область), Москва, 2007, С. 11
9. Коваленко А. Е. Экологический обзор грибов порядков *Polyporales s. Str.*, *Boletales*, *Agaricales s. str.*, *Russulales* в горных лесах центральной Северо-Западного Кавказа // Микол. и фитопатол. 1980. Т. 14. Вып. 4. С. 300–314.
10. Коваленко А.Е. Грибы порядка *Agaricales s. 1.* Горных лесов центральной части Северо-Западного Кавказа. Дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. Л.: БИН РАН, 1980а. 175 с.
11. Лессо Т. Определитель грибы, 2003. – 304 с.
12. Лосицкая В. М. Аффилофоровые грибы Республики Карелия. Санкт-Петербург, 1999. – 213 с.
13. Лосицкая В. М. Субстратная приуроченность афиллофоровых грибов Карелии // Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии. Сб. трудов межд. конф. Москва, 1998а. С. 239–240.
14. Мелькумов Г. М. Золототрубова А. С. Видовой состав и фармацевтические особенности базидиальных макромицетов (*Basidiomycota*) Рамонского района Воронежской области, 2017. С. 69
15. Пармасто Э.Х. О распространении некоторых редких трутовых грибов // Изв. АН СССР. Сер. Биол. 1959а. Т.8, No 4. С. 266–277.
16. Сосин П. Е. Определитель гастеромицетов СССР, 1973.– 151 с.
17. Т. С. Булгаков, И. В. Бондаренко–Борисова Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, Проблемы лесной фитопатологии: таксономический состав и экологические особенности, 2019, выпуск 228, с. 26
18. Фёдоров Ф. В. Грибы – М.: Росагропромиздвт, 1990. – 366 с.
19. Хмелев К. Ф. Биоразнообразии и экологические особенности базидиальных макромицетов Среднего Дона, Воронеж, 2000.–187 с.
20. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 228 с.
21. Янсен П. Всё о грибах, 2005. –160 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТАБЛИЦА 1

Вид древесной породы	Площадка №1, %	Площадка №2, %	Площадка №3, %
Берёза (<i>Betula pendula</i>)	67%	80%	75%
Ель (<i>Picea abies</i>)	31%	16%	9%
Сосна (<i>Pinus sylvestris</i>)	1%	-	4%
Осина (<i>Populus tremula</i>)	1%	4%	12%

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СПИСОК ВЫЯВЛЕННЫХ ВИДОВ БАЗИДИАЛЬНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА

Царство: Fungi
Подцарство: Dicarya
Отдел: Basidiomycota

Класс: Agaricomycetes

Порядок: Agaricales

Семейство: Pleurotaceae

Pleurotus pulmonarius (Fr.) Quél., 1872

Семейство: Mycenaceae

Panellus stipticus (Bull.) P. Karst. (1879)

Порядок: *Aphyllorphorales* (*Polyporales*)

Семейство: Cerrenaceae

Cerrena unicolor (Bull.) Murrill (1903)

Семейство: Poriaceae

Fomes fomentarius (L.) Fr., 1849

Семейство: Polyporaceae

Trametes ochracea (Pers.) Gilb. & Ryvarden (1987) – Bolivia; France; Germany; Great Britain; Sri Lanka

Trametes pubescens (Shumach.) Pilát (1939)

Семейство: Fomitopsidaceae

Piptoporus betulinus (Bull.) P. Karst., 1881

Порядок: *Auriculariales*

Семейство: Auriculariaceae

Exidia nigricans (With.) P. Roberts (2009)

Порядок: *Hymenochaetales*

Семейство: *incertanae sedis*

Trichaptum abietinum (Dicks.) Ryvarden (1972)

Семейство: *Hymenochaetaceae*

Inonotus obliquus (Ach. Ex Pers.) Pil., 1942

Phellinus igniarius (L.) Quél., 1886

Phellinus robustus (P. Karst.) Bourdot et Galzin

Класс: Tremellomycetes

Порядок: Tremellales

Семейство: Tremellaceae

Tremella mesenterica Retz., Kongl. Vetensk. Acad. Handl.: 249 (1769)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВИДОВОГО СОСТАВА МАКРОМИЦЕТОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА, РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Таблица 2

Класс	Порядок	Семейство	Число родов	Число видов
Agaricomycetes	Agaricales	Pleurotaceae	1	1
		Mycenaceae	1	1
	Aphyllphorales	Cerrenaceae	1	1
		Hymenochaetaceae	1	1
		Poriaceae	1	1
		Polyporaceae	1	2
		Fomitopsidaceae	1	1
	Auriculariales	Auriculariaceae	1	1
	Hymenochaetales	incertanae sedis	1	1
Hymenochaetaceae		2	2	
Tremellomycetes	Tremellales	Tremellaceae	1	1

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В ряде работ проводился анализ исключительно по типу ареала (Пармасто, 1959; Бондарцева, 1963). Однако при проведении географического анализа в ходе данного исследования использовался подход, предложенный А. Е. Коваленко (1980), совмещающий в себе зональный и региональный принципы. Для определения типа ареала базидиальных макромицетов сведения были взяты из дополнительных источников (Лосицкая, 1998а; Лосицкая, 1999; Бондарцева, Пармасто, 1986; Бондарцев, 1953).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЗИДИАЛЬНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ ПО ГЕОГРАФИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТАМ И ТИПАМ АРЕАЛОВ

Таблица 3

Географические элементы	Типы ареалов					Всего:
	Е	РА	АА	Н	MR	
Бореальный	-	-	-	1	-	1
Неморальный	-	-	1	-	1	2
Мультизональный	-	-	-	2	8	10
Всего:	-	-	1	3	9	13

Примечание: типы ареалов: Е - европейский, РА - палеарктический, АА - амфиатлантический, Н - голарктический, MR - мультирегиональный

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ТОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИКОБИОТЫ ПО ПЛОЩАДКАМ

Таблица 4

Площадка, №	Виды макромицетов
Площадка №1	<i>Fomes fomentarius</i>
	<i>Piptoporus betulinus</i>
Площадка №2	<i>Inonotus obliquus</i>
	<i>Phellinus igniarius</i>
	<i>Phellinus robustus</i>
	<i>Pleurotus pulmonarius</i>
	<i>Panellus stipticus</i>
	<i>Trametes ochracea</i>
	<i>Trametes pubescens</i>
	<i>Cerrena unicolor</i>
	<i>Fomes fomentarius</i>
	<i>Trichaptum abietinum</i>
	<i>Piptoporus betulinus</i>
Площадка №3	<i>Tremella mesenterica</i>
	<i>Inonotus obliquus</i>
	<i>Fomes fomentarius</i>
	<i>Exidia nigricans</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

АНАЛИЗ ТРОФИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЗИДАЛЬНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ ПО ТРОФИЧЕСКИМ ГРУППАМ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА

Таблица 5

Трофические группы	Количество видов
Сапротрофы	
На валежной древесине (Le)	10
На сухостойной древесине (Ls)	6
На погребенной в почве древесине и корнях (Lh)	-
На опаде (Fd)	-
На подстилке (St)	-
На шишках (Se)	-
На плодовых телах макромицетов (Mm)	-
На почве (Hu)	-
Паразиты	
Патогены на деревьях и кустарниках (Pt)	4
Факультативные паразиты (P)	1
Факультативные сапротрофы (Pf)	3
Симбиотрофы	
Микоризообразователи (Mr)	-

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП МАКРОМИЦЕТОВ ПО ПРОБНЫМ ПЛОЩАДКАМ

Таблица 5.1

Трофические группы	Площадка №1	Площадка №2	Площадка №3
Le	2 вида; 100%	9 видов; 75%	2 вида; 67%
Ls	1 вид; 50%	6 видов; 50%	-
Pt	-	4 вида; 33%	1 вид; 33%
P	-	1 вид; 8%	-
Pf	1 вид; 50%	3 вида; 25%	1 вид; 33%

Анализ показывает, что наибольшее количество выявленных видов относится к сапротрофам на валежной древесине (Le), (10 видов; 77% от общего числа выявленных видов). Причем часть из них также относится к группе сапротрофов на сухостойной древесине (Ls), (5 видов; 42% от общего числа выявленных видов, относящегося к группе сапротрофов на валежной древесине), к группе патогенов на деревьях и кустарниках (Pt), (1 вид; 11% от общего числа выявленных видов, относящегося к группе сапротрофов на валежной древесине), к группе факультативных паразитов (P) (1 вид, 11% от общего числа выявленных видов, относящегося к группе сапротрофов на валежной древесине), и к группе факультативных сапротрофов (Pf) (3 вида; 33% от общего числа выявленных видов, относящегося к группе сапротрофов на валежной древесине).

Группа сапротрофов на сухостойной древесине (Ls) представлена уже - к ней относятся 6 видов грибов (46% от общего числа выявленных видов), причем большая часть из них (5 видов; 83% от общего числа группы сапротрофов на сухостойной древесине) относится к сапротрофам на валежной древесине (Le), 2 вида (33% от общего числа группы сапротрофов на сухостойной древесине) относятся к патогенам на деревьях и кустарниках (Pt), к группе факультативных паразитов (P) и факультативных сапротрофов (Pf) относятся по одному виду (17% от общего числа группы сапротрофов на сухостойной древесине).

Группа патогенов на деревьях и кустарниках (Pt) является менее многочисленной - к ней относится 4 вида грибов (31% от общего числа выявленных видов), наносящих значительный ущерб лесному хозяйству (Лосицкая, 1999). Причем часть из них (2 вида; 50% от общего числа выявленных видов, относящегося к группе патогенов на деревьях и кустарниках) также относится к группе сапротрофов на сухостойной древесине (Ls), и 1 вид (25% от общего числа выявленных видов, относящегося к группе патогенов на деревьях и кустарниках) относится к группе сапротрофов на валежной древесине (Le).

Группа факультативных сапротрофов (Pf) представлена тремя видами, что составляет 23% от общего числа выявленных видов. Причём все они также относятся к группе сапротрофов на валежной древесине (Le) (100% от общего числа выявленных видов, относящегося к группе факультативных сапротрофов). Один вид (33% от общего числа выявленных видов, относящегося к группе факультативных сапротрофов) также относится к группе сапротрофов на сухостойной древесине (Ls).

Группа факультативных паразитов представлена наименее обильно. Её образует лишь один вид, что составляет 8% от общего числа выявленных видов. Данный вид также относится к группам сапротрофов на сухостойной древесине (Ls) и сапротрофов на валежной древесине (Le).

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

**АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЯ ТРОФИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ
ПРОЯВЛЕНИЕ ТРОФИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ БАЗИДИАЛЬНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ В
ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА**

Таблица 6

Трофические группы		Количество видов
Сапротрофы		
	На валежной древесине (Le)	7
	На сухостойной древесине (Ls)	9
	На погребенной в почве древесине и корнях (Lh)	-
	На опаде (Fd)	-
	На подстилке (St)	-
	На шишках (Se)	-
	На плодовых телах макромицетов (Mm)	-
	На почве (Hu)	-
Паразиты		
	Патогены на деревьях и кустарниках (Pt)	3
	Факультативные паразиты (P)	-
	Факультативные сапротрофы (Pf)	-
Симбиотрофы		
	Микоризообразователи (Mr)	-

Анализ показывает, что по числу видов наиболее распространенными являются сапротрофы на сухостойной древесине (Ls), (9 видов; 69% от общего числа выявленных видов). Причём часть из них (4 вида; 44% от числа выявленных видов, приуроченных к сухостойной древесине или 31% от общего числа выявленных видов) отмечена и на валежной древесине (Le).

На валежной древесине (Le) встречается 7 видов (54% от общего числа выявленных видов). Причём часть из них (4 вида; 57% от числа выявленных видов приуроченных к валежной древесине или 31% от общего числа выявленных видов) отмечена и на сухостойной древесине (Ls).

Некоторые базидиальные макромицеты выделяются в группу патогенов на деревьях и кустарниках (Pt). Данная группа представлена 3 видами, что составляет 23% от общего числа выявленных видов. Аналогично, в этой группе часть грибов относится также к представителям других групп – к валежной древесине (Le) приурочен 1 вид (33% от числа выявленных видов приуроченных к группе патогенов на деревьях и кустарниках или 8% от общего числа выявленных видов), к сухостойной древесине (Ls) приурочены 2 вида (67% от числа выявленных видов приуроченных к группе патогенов или 15% от общего числа выявленных видов).

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Анализ пораженности пород деревьев по площадкам

Таблица 7

Вид деревьев	Площадка №1	Площадка №2	Площадка №3	Общая пораженность
Берёза (<i>Betula pendula</i>)	6,32%	23%	19,8%	17,37%
Ель (<i>Picea abies</i>)	0%	10%	0%	2,77%
Сосна (<i>Pinus sylvestris</i>)	0%	-	-	0%
Осина (<i>Populus tremula</i>)	0%	0%	10%	7,69%
Итого:	4,31%	20,16%	15,97%	13,93%

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Анализ пораженности живых деревьев по площадкам

Таблица 7

	Площадка №1	Площадка №2	Площадка №3	Общая пораженность живых деревьев
Общее кол-во живых деревьев, шт.	98	90	121	309
Кол-во живых зараженных деревьев, шт.	0	1	2	3
Процент пораженности	0%	1,1%	1,65%	0,97%

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Анализ сходства видового состава деструктивных макромицетов на разных участках леса

Для более полного выявления особенностей биоты конкретной территории (окрестностей района деревни Нильмогуба) полезно сравнить видовой состав пробных площадок между собой. Традиционно используемыми показателями в сравнениях такого рода являются коэффициенты сходства (различия) видового состава, наиболее распространены из которых коэффициенты Жаккара и Серенсена-Чекановского (Василевич, 1969; Зайцев, 1979; Лосицкая, 1999), а также формула Стургрена-Радулеску, которой можно отдать предпочтение при сравнении серии весьма близких флор (Шмидт, 1984; Лосицкая, 1999).

Проведенный анализ показывает сходство видового состава сравниваемых территорий площадки №1 и площадки №2 (табл. 8), сходство видового состава сравниваемых территорий площадки №1 и площадки №3 (табл. 8.1) и сходство видового состава сравниваемых территорий площадки №2 и площадки №3 (табл. 8.2).

ТАБЛИЦА 8

Коэффициент	
Серенсена-Чекановского	0,33
Жаккара	0,16
Стургена-Радулеску	0,66
Кульчинского	0,58

ТАБЛИЦА 8.1

Коэффициент	
Серенсена-Чекановского	0,4
Жаккара	0,25
Стургена-Радулеску	0,5
Кульчинского	0,41

ТАБЛИЦА 8.2

Коэффициент	
Серенсена-Чекановского	0,26
Жаккара	0,15
Стургена-Радулеску	0,69
Кульчинского	0,41

По результатам проведённого анализа с применением коэффициента Серенсена-Чекановского, мы можем заключить, что видовой состав всех трех площадок существенно отличается (так как коэффициент сходства не больше 0,4 (40%)). Коэффициент Серенсена-Чекановского свидетельствует об умеренном сходстве видового состава сравниваемых микобиот, поскольку применим при приблизительном равенстве общего числа видов и степени изученности территорий (Кириллова, 2007).

Это можно объяснить тем, что единственным общим видом для всех площадок является *Fomes Fomentarius*, а остальные виды встречаются однократно или не более чем на двух площадках.

Формула расчёта: $KS = 2c / a + b$

Коэффициент Жаккара в свою очередь подтверждает достоверность результатов анализа с применением коэффициента Серенсена-Чекановского.

Формула расчёта: $KJ = c / a + b - c$

Коэффициент Стургена-Радулеску может иметь диапазон от -1 до +1. Положительные значения данного коэффициента означают значительно различие видового состава сравниваемых территорий, а отрицательные - их сходство.

Формула расчёта: $CSR = (a + b - 3 * c) / (a + b - c)$

Коэффициент сходства Кульчинского

Формула расчёта: $CK = 1/2 * (c/a + c/b)$

Во всех приведенных выше анализах *a* – число видов, относящиеся к первой сравниваемой группе; *b* – число видов, относящиеся ко второй сравниваемой группе; *c* – число видов, общее для обеих групп.

Предполагаем, что результаты проведенного выше анализа именно такие, потому что на территории трёх пробных площадок видовой состав растительности (см. Глава 1) существенно различается. Также они находятся в различной степени удаленности от близлежащего водоёма (см. Глава 1). Например, макромицетам, обитающим на территории площадки №2, легче размножаться из-за близости русла реки, а, к примеру, макромицетам, обитающим на территории площадки №1 (о-в Б. Епишкин), сложнее размножаться, так как водоём находится ниже по склону.

РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОТУ ОЦЕНКА ПОРАЖЁННОСТИ БАЗИДИАЛЬНЫМИ МАКРОМИЦЕТАМИ РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ СМЕШАННОГО ЛЕСА В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ НИЛЬМОГУБА МАЛИНОВАРАККСКОГО СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ЛОУХСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Представленная на конкурс работа соответствует всем атрибутам и требованиям исследования, выполненного на репрезентативном (хотя и крайне небольшом) материале. Автор грамотно структурировал текст, снабдив его объемными приложениями. Таксономический, географический и топический анализы проведены им безукоризненно.

Цель и задачи исследования сформулированы корректно, хотя первая и вторая задачи во многом синонимичны, кроме того, роль таксономического анализа микобиоты в оценке поражения деревьев в лесу не очень очевидна (эта связь более логично прослеживается в решении первой задачи).

Работа производит хорошее впечатление в целом, но необходимо отметить небрежность как при выполнении, так и в написании работы.

Не очень логично использовать в названии и в тексте исследования термин «пораженность» макромицетами различных участков леса, если большинство анализируемых видов относятся к сапротрофам и симбиотрофам (может быть, корректнее заменить это понятие на «заселенность»?).

Во введении, которое фактически является обзором литературы и преследует цель обоснования выбора темы, несколько раз упоминается лишь один литературный источник (если не считать упоминания Красной книги Карелии), что стоит признать недостаточным.

В описании методики не указаны единицы измерения пробных площадок (видимо, в метрах). Для анализа поражения деревьев на исследованных участках было бы актуально привести не перечень видов, а дать более полное геоботаническое описание биотопа и участков. В каждом биотопе следовало бы заложить хотя бы по две площадки (в противном случае заметно снижается результативность исследования).

Ссылки на книги для определения видов грибов приведены в методике некорректно. Большая часть из них — атласы, по которым определение макромицетов можно вести лишь с определенным уровнем допущения — велика вероятность ошибок. Вероятно, поэтому автором отмечен *Phellinus robustus*, который растет лишь на дубах (Семенов, 2005), отсутствующих в регионе исследований. Один источник (Сосин, 1973) вообще сомнителен для определения, т. к. гастеро-

мицеты, для идентификации которых он предназначен, отсутствуют в работе. Из действенных определителей отмечена лишь монография А. С. Бондарцева (1953) — крайне сложный и несколько устаревший источник, хотя в списке литературы автором указаны более актуальные (например, Бондарцева, Пармасто, 1986). Более удобным и полезным для определения трутовиков на исследованной территории была бы книга Т. Ниемеля (2001).

Автор не точен в указании новаций об экологических предпочтениях некоторых видов. Скошенный трутовик, например (как и *Phellinus robustus*), умерщвляет живое дерево (паразитирует) и продолжает жить некоторое время на мертвой древесине — явление, давно описанное в литературе (см, например, Баландайкин, 2013, и другие источники). Корректировка таких неточностей существенно улучшит работу.

Кроме того, автору следует более строго подойти к оформлению списка литературы. Не понятно, как и зачем использовались тексты диссертаций (существующие на правах рукописей) М. А. Бондарцевой и А. Е. Коваленко, информация которых изложена в их публикациях. В тексте приводится ссылка на Хмелева и Афанасьева (2000), а в списке литературы источник указан как Хмелев (2000).

Выводы соответствуют задачам, хотя частично оформлены как результаты. В приложении даны коэффициенты сходства, которые практически не обсуждаются в результатах работы.

В заключении хочется выразить благодарность автору за проведение в целом интересного исследования и выразить надежду, что исправление недостатков сделает работу оформленной более корректно.

С уважением, рецензент Дунаев Евгений Анатольевич
Дата написания рецензии: 10.02.2022

Библиотека журнала «Исследователь/Researcher»

Серия
«Антология работ учащихся
Всероссийского конкурса юношеских исследовательских работ
им. В.И. Вернадского»

Микология

Сборник работ

Под общей редакцией А.В. Леонтовича и А.С. Обухова
Составитель И.А. Смирнов
Верстка – И.А. Хотылева

Подписано в печать 25.12.2024.