МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Шишигин Александр Сергеевич

МОНИТОРИНГ АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ В НЕКОТОРЫХ ТИПАХ КОРЕННЫХ И ПРОИЗВОДНЫХ ЛЕСОВ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

03.02.12 – микология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2021

Работа выполнена на кафедре ботаники и генетики растений биологического факультета ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ПГНИУ)

Научный руководитель:	***Переведенцева Лидия Григорьевна*** *доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и генетики растений ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»*
Официальные оппоненты:	***Стороженко Владимир Григорьевич*** *доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института лесоведения РАН*
	Иванов Александр Иванович *доктор биологических наук, профессор кафедры селекции, семеноводства и биологии растений ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», профессор*
	Воронина Елена Юрьевна *кандидат биологических наук, доцент кафедры микологии и альгологии ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»*

Защита диссертации состоится «__» _____ 2022 г. в _ ч. _ мин. на заседании диссертационного совета МГУ.03.03 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: 119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, аудитория ___.

E-mail: dissovet_00155@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на сайте ИАС «ИСТИНА»: https://istina.msu.ru/dissertations/419687855/

Автореферат разослан «__»_____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук **Д.М. Гершкович**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Агарикоидные базидиомицеты коренных и производных лесов играют огромную роль в функционировании природных экосистем как гетеротрофный компонент лесных сообществ, осуществляющий процессы деструкции органических соединений и вступающий в симбиотические взаимоотношения с высшими растениями. В настоящее время изучение взаимоотношений организмов между собой и средой их обитания, по-прежнему является одним из наиболее важных биологических наблюдений. Особую значимость в таких исследованиях приобретают многолетние наблюдения на стационарных площадях, не подверженных антропогенной нагрузке.

Велика роль многолетних наблюдений за биотой агарикоидных базидиомицетов в лесных экосистемах, так как такого рода исследования проводятся нерегулярно, и не имеют столь же обоснованной научной базы как по высшим сосудистым растениям. Такие наблюдения позволяют получить характерную картину изменений в структуре биоты агарикоидных грибов и проследить за ее изменениями как во времени, так и пространстве.

Степень разработанности. В настоящее время работы по изучению грибов в лесных ценозах довольно многочисленны. Значительное количество исследований как в России, так и за рубежом, посвящено биологическому разнообразию и экологии грибов [Предтеченская, 2015, 2018; Шилкова, 2015; Заузолкова, 2016; Филиппова, 2016; Кириллов, 2018; Шубин, 2018; Иванов, 2019, 2020; Brandrud, 2015; Tahvanainen, 2016; Salo, 2018; и другие]. Однако процессы, происходящие на протяжении длительного времени в микобиоте климаксных и производных сообществ на постоянных учетных площадях, изучены слабо [Бурова, 1986; Горленко, 1989; Переведенцева, 1999; Марина, 2006; Сидорова, 2011; Arnolds, 1988, 1992; Perini, 1996; Straatsma, 2001, 2003; Lagana, 2002; Stasinska, 2011; Botalov, 2018, 2020; и другие].

В связи с этим мы провели исследования агарикоидных базидиомицетов в еловых и березовых лесах, в окрестностях ООПТ «Верхняя Кважва» (подзона южной тайги Пермского края).

Цель и задачи. Целью работы является мониторинг биоты агарикоидных базидиомицетов в некоторых типах коренных и производных лесов подзоны южной тайги Пермского края.

Для достижения цели нами поставлены следующие задачи:

1) определить видовой состав агарикоидных базидиомицетов в ельнике приручьевом, ельнике кисличном и березняке разнотравном;
2) проанализировать таксономическую структуру агарикоидных грибов исследуемых биогеоценозов;
3) провести эколого-трофический анализ агарикоидных базидиомицетов;
4) определить «урожайность» грибов (по периодам и годам наблюдений);
5) установить доминирующие виды грибов по числу и по биомассе базидиом;

6) выявить зависимость изменений некоторых характеристик биоты агарикоидных грибов от метеорологических показателей (количество осадков и температура воздуха);
7) сравнить исследуемые биогеоценозы по итогам многолетнего мониторинга биоты агарикоидных грибов (анализ видового разнообразия, таксономическую и эколого-трофическую структуру, «урожайность» и доминирующие виды грибов).

Объект и предмет исследования. В качестве объектов рассматриваются агарикоидные базидиомицеты некоторых типов еловых лесов (ельник приручьевой, ельник кисличный) и березняка разнотравного в южно-таежных лесах Пермского края. Предметом исследования является многолетний мониторинг за биотой агарикомицетов в коренных и производных сообществах Пермского края, позволяющий количественно оценить и более полно выявить структуру грибного компонента лесных экосистем.

Научная новизна. В ельнике приручьевом, ельнике кисличном и березняке разнотравном подзоны южной тайги Пермского края (окрестности ООПТ «Верхняя Кважва») проведен III период (2010–2012 гг.) многолетних стационарных наблюдений, начатых Л.Г. Переведенцевой в 1975 г. (I период: 1975–1977 гг., II период: 1994–1996 гг.). В результате наблюдений в период с 2010 по 2012 гг. обнаружен 281 вид агарикоидных базидиомицетов (58 родов, 15 семейств), из них, в ельнике приручьевом выявлено 197 видов, в ельнике кисличном – 135, в березняке разнотравном – 171. Новыми для Пермского края в 2010–2012 гг. в исследуемых биогеоценозах оказались 12 видов грибов.

Впервые осуществлен анализ динамики видового состава агарикоидных грибов с 1975 по 2012 гг. во всех исследуемых биогеоценозах. Оказалось, что видовой состав агарикомицетов, которые по отдельным периодам формировали свои базидиомы, изменяется в большей степени, в отличие от видового состава высших сосудистых растений. На протяжении трех периодов наблюдений (1975–1977, 1994–1996, 2010–2012 гг.) наиболее стабильными по видовому составу грибов, а также сосудистых растений являлись еловые леса, климаксные сообщества. Коэффициенты сходства по Жаккару ($J \times 100$), вычисленные для грибов, колебались от 43 до 50, а для высших сосудистых растений – от 69 до 88. Установлено, что с течением времени между всеми исследуемыми сообществами происходит сближение видового состава агарикоидных грибов (J = 47–49).

Рассмотрена эколого-трофическая структура агарикомицетов, определены доминанты по числу и по биомассе базидиом. Отмечено, что в трех исследуемых биогеоценозах, по числу видов преобладают эктомикоризные грибы, подстилочные сапротрофы и ксилотрофы. Зафиксировано, что между всеми биогеоценозами, за три периода наблюдений, наиболее сходен видовой состав подстилочных сапротрофов (J_{St} = 51–57).

Теоретическая и практическая значимость работы. Диссертационное исследование увеличивает возможности ведения комплексного мониторинга, а также дает новые сведения о разнообразии, численности и динамике

агарикоидных базидиомицетов в лесных сообществах Пермского края. Сведения о видовом разнообразии агарикомицетов исследуемых биогеоценозов включены в базу данных по агарикоидным грибам Пермского края. Полученные нами результаты могут быть использованы при составлении атласов и определителей различного уровня.

Результаты работы применяются в образовательном процессе на кафедре ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета и кафедре лесоводства и ландшафтной архитектуры Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова, а также могут быть использованы при изучении вопросов систематики и экологии грибов.

Методология и методы исследования. Микоэкологические наблюдения проводились стационарным методом в 2010–2012 гг. в ельнике приручьевом, ельнике кисличном и березняке разнотравном подзоны южной тайги Пермского края. В августе один раз в декаду (три посещения с интервалом в 10 дней), на пробных площадях, размерами 50×20 м (1000 м^2), проводился учет числа и биомассы базидиом агарикоидных базидиомицетов, дополнительно в сентябре, однократно, учитывался их видовой состав. Для учета числа и биомассы плодовых тел грибов проводился сбор всех базидиом агарикоидных базидиомицетов на каждой учетной площади.

Для выявления изменений, происходящих в структуре биоты агарикоидных грибов за продолжительный период времени, полученные нами данные (2010–2012 гг.) сравнивались с результатами предыдущих наблюдений, проводимых Л.Г. Переведенцевой (1975–1977, 1994–1996 гг.).

Положения, выносимые на защиту:

1) биота агарикоидных базидиомицетов еловых и производных вторичных лесов подзоны южной тайги Пермского края является бореальной с неморальными чертами;
2) для выявления скрытого биоразнообразия агарикоидных базидиомицетов необходимы длительные стационарные наблюдения; видовой состав агарикомицетов с течением времени изменяется во всех биогеоценозах в большей степени, чем видовой состав высших сосудистых растений;
3) в лесных ценозах по числу видов преобладают эктомикоризные грибы, подстилочные сапротрофы и ксилотрофы.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность исследования заключается в использовании стандартных методов при сборе грибов и камеральной обработке. Для идентификации грибов использованы современные световые микроскопы (ZEISS Axio Imager A2 и Olympus BX51M), а также современные определители отечественных и зарубежных авторов. В результате продолжительных наблюдений только за 2010–2012 гг. собрано и определено более 4000 образцов агарикоидных базидиомицетов.

Основные положения и результаты работы представлены на пяти Всероссийских и шести Международных конференциях: Всероссийской конференции с международным участием «Биологическое разнообразие

растительного мира Урала и сопредельных территорий» (Екатеринбург, 28 мая–1 июня 2012 г.), VIII Международной конференции «Проблемы лесной фитопатологии и микологии» (Ульяновск, 15–19 октября 2012 г.), Всероссийской конференции с международным участием «Биоразнообразие и экология грибов и грибоподобных организмов северной Евразии» (Екатеринбург, 20–24 апреля 2015 г.), III (XI) «Международной ботанической конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге» (Санкт-Петербург, 4–9 октября 2015 г.), IX Международной конференции «Проблемы лесной фитопатологии и микологии» (Минск, 19–24 октября 2015 г.), Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: «Ломоносов – 2016» (Москва, 11–15 апреля 2016 г.), XV Международном рабочем совещании по изучению макромицетов (Томск, 19–26 августа 2018 г.), X Международной конференции «Проблемы лесной фитопатологии и микологии» (Петрозаводск, 15–19 октября 2018 г.), IX Всероссийской Научно-практической конференции «Заповедники – 2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление» (Симферополь, 9–11 октября 2019 г.), XII Всероссийском конгрессе молодых ученых–биологов с международным участием «Симбиоз–Россия 2020» (Пермь, 28–30 сентября 2020 г.), III Национальной научной конференции с международным участием «Информационные технологии в исследовании биоразнообразия» (Екатеринбург, 5–10 октября 2020 г.).

По материалам диссертации опубликована 21 работа, в том числе: три в изданиях SCOPUS/Web of Science, четыре в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 7-ми глав, заключения, выводов и списка литературы. Вся работа изложена на 163 страницах, содержит 49 рисунков и 32 таблицы. Список литературы включает 301 источник, из которых 218 на русском и 83 на иностранных языках.

Благодарности. Автор работы выражает благодарность своему научному руководителю доктору биологических наук, профессору кафедры ботаники и генетики растений ПГНИУ Л.Г. Переведенцевой за оказанную помощь и ценные советы на всех этапах выполнения диссертационной работы. Отдельную благодарность соискатель выражает всем преподавателям и сотрудникам кафедры ботаники и генетики растений ПГНИУ, а также сотрудникам кафедры микологии и альгологии МГУ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. БИОРАЗНООБРАЗИЕ И МОНИТОРИНГ АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ В ЛЕСНЫХ ЦЕНОЗАХ

В главе приведены исторические сведения об изучении агарикоидных грибов в Пермском крае. Указано, что первые сведения об агарикомицетах края известны с конца XIX века, однако их планомерное изучение как маршрутным, так и стационарным методами было начато Л.Г. Переведенцевой в 1975 г. и продолжается до сих пор. В настоящее время в Пермском крае обнаружено 868 видов агарикоидных базидиомицетов (108 родов, 20 семейств). На основании

многолетних наблюдений, в Красную книгу Пермского края занесено 12 видов, 6 из которых являются агарикоидными грибами. В главе обсуждается состояние изученности агарикоидных базидиомицетов в еловых и березовых лесах России и за рубежом, а также приводятся исторические сведения о проведении мониторинга грибов.

2. ЭКОЛОГИЯ ГРИБОВ

В главе рассмотрено влияние экологических факторов на рост и развитие агарикомицетов, а также обсуждается биоразнообразие и функциональная значимость в экосистемах основных эколого-трофических групп грибов (микоризные грибы, подстилочные и гумусовые сапротрофы, ксилотрофы, карботрофы, копротрофы, микотрофы и бриотрофы).

3. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Общая характеристика района исследования

Район наблюдений находится в окрестностях ООПТ «Верхняя Кважва» (подзона южной тайги, Пермский край), которая расположена на II и III террасах реки Камы, и окружена с востока водами Камского водохранилища. Климат – умеренно-континентальный, с холодной и снежной зимой и теплым, сравнительно коротким летом.

Территория характеризуется сложной структурой, господством бореальных видов и участием неморальных. Согласно ботанико-географическому районированию, территория относится к южно-таежным пихтово-еловым лесам, с наличием липы в древесном ярусе.

3.2. Эколого-ценотическая характеристика исследуемых биогеоценозов

Геоботаническое описание проводилось согласно В.Н. Сукачеву [1961], так как предыдущие описания (1975–1977, 1994–1996 гг.) и классификация пробных площадей проводилось по этой методике. Латинские названия высших сосудистых растений приводятся по «Иллюстрированному определителю растений Пермского края» [2007]. Для оценки сходства биогеоценозов по видовому составу высших сосудистых растений использовался коэффициент Жаккара (J×100).

4. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Микоэкологические наблюдения проводились стационарным методом в 2010–2012 гг. в ельнике приручьевом, ельнике кисличном и березняке разнотравном подзоны южной тайги Пермского края (окрестности ООПТ «Верхняя Кважва»).

В исследование входило следующее:

1. ***Учёт видового разнообразия, биомассы и числа базидиом грибов.*** В трех биогеоценозах, на пробных площадях, размерами 50×20 м (1000 м^2), заложенных ещё в 1975 г. Л.Г. Переведенцевой, в августе, один раз в декаду (три посещения с интервалом в 10 дней), проводился учет видового разнообразия, а также числа и биомассы плодовых тел агарикоидных базидиомицетов. Дополнительно, однократно, в сентябре изучался видовой состав грибов. Для

учета биомассы и числа плодовых тел грибов проводился сбор всех базидиом агарикоидных базидиомицетов на каждой учетной площади. После этого базидиомы каждого вида взвешивались, и проводился пересчет на воздушно-сухую биомассу.

2. ***Изучение микропризнаков и идентификация агарикоидных грибов.*** Идентификация грибов осуществлялась на световых микроскопах: ZEISS Axio Imager A2 и Olympus BX51M. В работе были использованы современные определители, монографии, атласы и справочные пособия зарубежных и отечественных авторов.

3. ***Мониторинг агарикоидных базидиомицетов.*** Для проведения мониторинга агарикоидных грибов, полученные нами данные в период с 2010 по 2012 гг., сравнивались с результатами прошлых периодов наблюдений, проводимых Л.Г. Переведенцевой (1975–1977, 1994–1996 гг.). Для этого учитывалось: сходство видового разнообразия агарикомицетов исследуемых ценозов; таксономическая и эколого-трофическая структура; наличие доминирующих видов грибов по числу и по биомассе базидиом; сезонное развитие грибов и зависимость их «урожайности» от количества осадков и температуры воздуха.

Для оценки сходства биогеоценозов по видовому составу грибов использовался коэффициент Жаккара (J×100). В качестве меры разнообразия использовался индекс Шеннона. Для выявления доминирующих видов грибов использовался индекс доминирования, предложенный в работе Бохуша и Бабоша [Bochus, 1960]. Состав эколого-трофических групп грибов в изучаемых ценозах определялся по шкале, предложенной А.Е. Коваленко [1980], с дополнениями некоторых авторов. Корреляционный анализ проводился с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_s).

5. КОНСПЕКТ БИОТЫ АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ИССЛЕДУЕМЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Список видов агарикомицетов включает данные сборов по трем биогеоценозам за 2010–2012 гг., а также результаты предыдущих наблюдений, проведенных Л.Г. Переведенцевой (1975–1977, 1994–1996 гг.). Названия и объем таксонов (видов, родов, семейств) приведены по системе, принятой М. Мозером [Moser, 1983], так как именно она использовалась в предыдущие периоды наблюдений. В скобках указаны синонимы грибов, соответствующие современной классификации: The MycoBank Fungal Databases (по состоянию на 21.11.2021). Для каждого вида приводятся: латинское название, эколого-трофическая группа, месяцы вегетационного периода, хозяйственная значимость, место и годы обнаружений.

6. МОНИТОРИНГ АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ КОРЕННЫХ И ПРОИЗВОДНЫХ ЛЕСОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

6.1. Мониторинг агарикоидных базидиомицетов ельника приручьевого

В 2010–2012 гг. обнаружено 197 видов агарикомицетов (47 родов, 14 семейств), из них 5 оказались новыми для Пермского края. Общий список

грибов за период с 1975 по 2012 гг. достиг 285 видов (варьирование по периодам – от 164 до 197). В сравнении с видовым составом высших сосудистых растений (J = 69–88), биота агарикоидных грибов по периодам подвергалась бóльшим изменениям (J = 44–50). В течение трех периодов большинство видов агарикомицетов (211 видов; 74,0%) встречались от 2 до 9 раз, из которых 11 видов (3,9%) – *Mycena galericulata*, *M. pura*, *Lactarius theiogalus*, *Laccaria laccata* и некоторые другие выявлялись каждый сезон наблюдений. В 2010–2012 гг. преобладали виды сем. *Tricholomataceae* (71 вид; 36,0% от общего числа видов за период), *Cortinariaceae* (49 видов; 24,9%) и *Russulaceae* (29 видов; 14,7%). Самыми распространенными родами были: *Mycena*, *Cortinarius*, *Russula*, *Lactarius*, *Galerina* и *Inocybe*.

Агарикоидные грибы, обнаруженные в 2010–2012 гг., относятся к 8-ми эколого-трофическим группам. Как в III период, так и в целом за три периода наблюдений, наиболее многочисленны эктомикоризные грибы, подстилочные сапротрофы и ксилотрофы. Видовой состав ксилотрофов по периодам изменялся интенсивнее (J = 43–45) по сравнению с подстилочными сапротрофами (J = 44–56) и эктомикоризными грибами (J = 46–52).

В III период отмечено по 6 видов агарикомицетов, являющихся доминантами как по числу, так и по биомассе базидиом. По периодам их видовой состав, в сравнении со всей биотой агарикомицетов, изменялся в большей степени (по числу базидиом: J = 31–50; по биомассе: J = 6–13).

6.2. Мониторинг агарикоидных базидиомицетов ельника кисличного

В 2010–2012 гг. выявлено 135 видов агарикомицетов (40 родов, 12 семейств), 2 из которых оказались новыми для Пермского края. Общий список грибов (в сумме за все периоды) составил 214 видов. Установлено, что число видов грибов по периодам было относительно стабильным (135–137 видов). Биота агарикоидных грибов (J = 43–47), в отличие от видового состава высших сосудистых растений (J = 73–79), изменялась более значительно. В течение трех периодов большинство видов агарикомицетов (164 вида; 76,6%) встречалось от 2 до 9 раз, в том числе 5 видов (2,3%) – *Mycena pura*, *M. sanguinolenta*, *Micromphale perforans*, *Laccaria laccata* и *Lactarius theiogalus* выявлялись каждый сезон наблюдений, то есть в течение 9 лет. Наиболее распространенными по числу видов в 2010–2012 гг. оказались три семейства – *Tricholomataceae* (61 вид; 45,2% от общего числа видов за период), *Cortinariaceae* (31 вид; 23,0%) и *Russulaceae* (13 видов; 9,6%). А более крупными родами являлись: *Mycena*, *Cortinarius*, *Collybia*, *Russula* и *Clitocybe*.

Агарикомицеты, выявленные в III период, относятся к 7-ми эколого-трофическим группам, из которых наиболее многочисленны эктомикоризные грибы, подстилочные сапротрофы и ксилотрофы. По периодам наблюдений более устойчивым к изменению экологических факторов оказался видовой состав подстилочных сапротрофов (J = 56–62).

В период с 2010 по 2012 гг. выявлено 8 видов агарикомицетов, доминирующих по числу базидиом и 5 – по биомассе базидиом. Видовой состав доминантов к III периоду существенно меняется как по числу базидиом (J = 31–

50), так и по их биомассе (*J* = 0–17). То есть, доминанты подвержены бóльшим изменениям, чем биота агарикоидных базидиомицетов в целом.

6.3. Мониторинг агарикоидных базидиомицетов березняка разнотравного

В 2010–2012 гг. отмечен 171 вид агарикомицетов (42 рода, 14 семейств), из них новыми для Пермского края являлись 6 видов грибов. Общий список грибов в целом за три периода наблюдений достиг 255 видов (варьирование по периодам – от 135 до 171). Коэффициенты общности (по Жаккару) по агарикоидным грибам разных периодов варьировали от 41 до 44, а по высшим сосудистым растениям – от 56 до 70. В течение трех периодов большинство видов грибов (179 видов; 70,2%) встречалось от 2 до 9 раз, но только 8 из них (3,1%) – *Clitocybe gibba*, *Collybia confluens*, *C. tuberosa*, *Lactarius theiogalus*, *Mycena haematopus*, *M. pura*, *M. sanguinolenta*, *M. vitilis* встречались ежегодно. Ведущими по числу видов в 2010–2012 гг. являются сем. *Tricholomataceae* (60 видов; 35,1% от общего числа видов за период), *Cortinariaceae* (43 видов; 25,1%) и *Russulaceae* (22 вида; 8,6%). Наиболее крупными родами были: *Cortinarius*, *Mycena*, *Russula*, *Clitocybe*, *Inocybe*, *Amanita* и *Collybia*.

В III период выявлено 6 эколого-трофических групп агарикомицетов, из которых наиболее многочисленны микоризообразователи, ксилотрофы и подстилочные сапротрофы. Видовой состав ксилотрофов по периодам подвергался бóльшим изменениям (*J* = 36–40), чем подстилочных сапротрофов (*J* = 42–52) и эктомикоризных грибов (*J* = 43–49).

В 2010–2012 гг. обнаружено 8 видов грибов, доминирующих по числу базидиом и 3 вида – по биомассе базидиом. В период с 1975 по 2012 гг. видовое разнообразие доминирующих видов грибов по биомассе базидиом (*J* = 0–13) изменяется в большей степени, в отличие от видового состава доминантов по числу базидиом (*J* = 50–64).

7. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ КОРЕННЫХ И ПРОИЗВОДНЫХ ЛЕСОВ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

7.1. Мониторинг биоразнообразия агарикоидных базидиомицетов исследуемых биогеоценозов

В результате стационарных наблюдений в 2010–2012 гг. в ельнике приручьевом выявлен более разнообразный видовой состав агарикоидных грибов (197 видов), чем в ельнике кисличном (135) и березняке разнотравном (171). В целом за три периода исследований видовой состав грибов ельника приручьевого достиг 285 видов, ельника кисличного – 214, а березняка разнотравного – 255 (таблица 1).

Разнообразие семейств агарикомицетов в исследуемых биогеоценозах. Наибольшее число видов грибов (в сумме за три периода) в каждом из биогеоценозов выявлено в сем. *Tricholomataceae* (30,6–36,0% от общего числа видов в каждом из сообществ), *Cortinariaceae* (17,3–23,5%) и *Russulaceae* (11,7–14,1%), что является типичным для всей лесной зоны (рисунок 1).

Таблица 1 – Таксономический состав агарикоидных грибов исследуемых биогеоценозов (в сумме за три периода наблюдений)

Род	ЕПР	ЕК	БЕР	Род	ЕПР	ЕК	БЕР	Род	ЕПР	ЕК	БЕР
AGARICALES				***Hygrophoraceae***				*Omphalina*	1	1	1
Agaricaceae				*Hygrophorus*	2	–	–	*Oudemansiella*	1	1	1
Agaricus	4	3	2	***Pluteaceae***				*Panellus*	1	–	2
Cystoderma	6	4	2	*Pluteus*	8	8	6	*Rickenella*	2	1	1
Cystolepiota	1	1	1	***Strophariaceae***				*Ripartites*	1	1	2
Lepiota	5	6	4	*Flammulaster*	–	–	1	*Strobilurus*	1	1	–
Amanitaceae				*Hypholoma*	3	3	2	*Tephrocybe*	1	2	2
Amanita	9	7	8	*Kuehneromyces*	2	2	2	*Tricholoma*	3	2	3
Limacella	1	–	–	*Phaeomarasmius*	–	1	1	*Tricholomopsis*	2	–	1
Bolbitiaceae				*Pholiota*	3	6	7	*Xeromphalina*	2	3	1
Agrocybe	1	–	–	*Psilocybe*	1	1	1	**BOLETALES**			
Conocybe	3	–	1	*Stropharia*	5	–	3	***Boletaceae***			
Pholiotina	2	1	–	*Tubaria*	1	1	3	*Boletus*	1	1	1
Coprinaceae				***Tricholomataceae***				*Chalciporus*	1	1	1
Coprinus	1	2	3	*Armillaria*	1	1	1	*Leccinum*	3	3	4
Panaeolus	1	–	1	*Asterophora*	1	–	–	*Suillus*	2	–	1
Psathyrella	4	3	5	*Baeospora*	1	1	–	*Tylopilus*	1	1	–
Cortinariaceae				*Calocybe*	–	–	1	*Xerocomus*	1	3	3
Cortinarius	33	21	32	*Cantharellula*	1	–	–	***Gomphidiaceae***			
Galerina	11	6	7	*Clitocybe*	10	9	10	*Chroogomphus*	1	–	–
Gymnopilus	1	1	1	*Collybia*	10	9	8	***Paxillaceae***			
Hebeloma	6	4	4	*Flammulina*	1	–	–	*Hygrophoropsis*	1	1	1
Inocybe	12	5	15	*Gerronema*	1	1	1	*Paxillus*	1	1	1
Naucoria	–	–	1	*Hemimycena*	2	1	–	**POLYPORALES**			
Phaeogalera	1	–	–	*Hydropus*	–	–	1	***Polyporaceae***			
Rhozites	1	–	–	*Laccaria*	3	1	2	*Panus*	–	–	1
Crepidotaceae				*Lepista*	3	1	2	*Pleurotus*	1	2	2
Crepidotus	2	3	3	*Lyophyllum*	–	1	2	*Polyporus*	1	2	1
Simocybe	1	1	–	*Macrocystidia*	–	1	–	**RUSSULALES**			
Entolomataceae				*Marasmius*	6	7	5	***Russulaceae***			
Clitopilus	1	1	1	*Melanoleuca*	1	2	2	*Lactarius*	13	10	13
Entoloma	7	6	7	*Micromphale*	1	1	1	*Russula*	25	15	23
Rodocybe	1	–	1	*Mycena*	36	29	28	**Всего**	**285**	**214**	**255**

Условные обозначения: ЕПР – ельник приручьевой, ЕК – ельник кисличный, БЕР – березняк разнотравный

Наименьшее число видов грибов относится к сем. *Boletaceae* (3,2–4,2%), *Entolomataceae* (3,2–3,5%), *Amanitaceae* (3,1–3,5%), *Pluteaceae* (2,4–3,7%) и *Coprinaceae* (2,1–3,5%).

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r_s) между ценозами, для 10 ведущих семейств, варьировались от 0,79 до 0,91 ($r_{s\ ЕПР–ЕК}$ = 0,91, $r_{s\ ЕПР–БЕР}$ = 0,78, $r_{s\ ЕК–БЕР}$ = 0,83), то есть ранги семейств ближе между еловыми лесами, чем между ельниками и березняком разнотравным.

Разнообразие родов агарикомицетов исследуемых ценозов. В спектре ведущих (в сумме за три периода наблюдений) в каждом из биогеоценозов

находятся роды: *Mycena*, *Cortinarius*, *Russula*, *Lactarius*, *Inocybe*, *Clitocybe*, *Collybia* и *Amanita*. Коэффициент средней видовой насыщенности рода довольно близок во всех ценозах: в ельнике приручьевом и березняке разнотравном он составил 4,1, а в ельнике кисличном – 3,8.

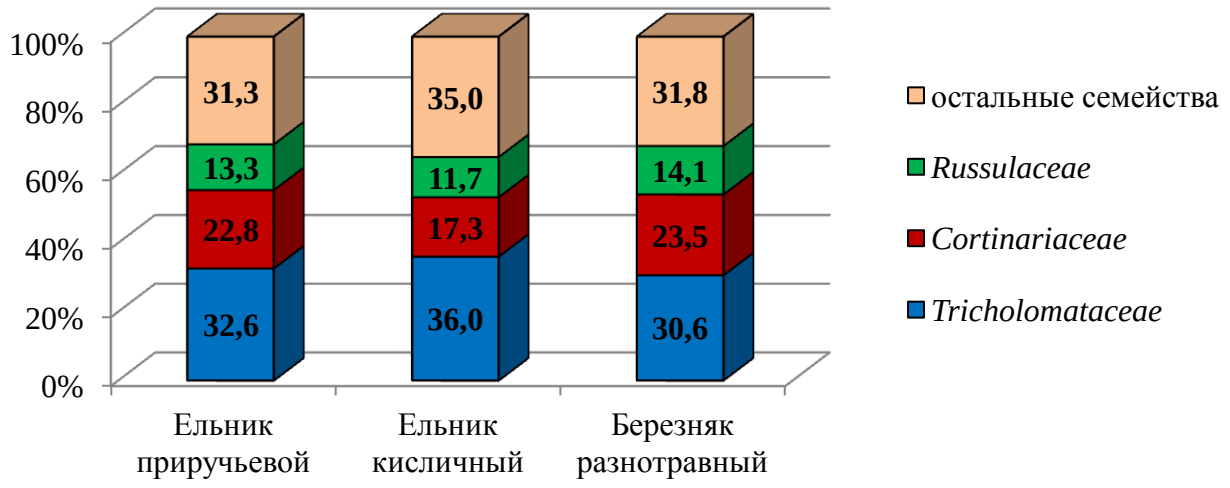

Рисунок 1 – Соотношение ведущих семейств агарикоидных базидиомицетов в исследуемых биогеоценозах (в процентах, от общего числа видов за три периода наблюдений, для каждого из сообществ)

Видовой состав грибов исследуемых ценозов. Увеличение видового состава грибов (скрытого и наблюдаемого) к 2012 г. в сравнении с I периодом (1975–1977 гг.) произошло в ельнике приручьевом на 59%, в ельнике кисличном – на 57%, а в березняке разнотравном – на 66%. То есть, в еловых лесах, климаксных сообществах, видовой состав грибов увеличивается медленнее, чем во вторичных лесах; он более стабилен, чем в березняке разнотравном.

Ежегодно в исследуемых биогеоценозах обнаруживалось от 18 до 81% видов грибов от общего числа видов за 3-летний период. Наименьшие значения во всех типах лесов приходятся на годы с неблагоприятными метеорологическими показателями (1994, 2010 гг.).

Если сравнивать ежегодные данные видового разнообразия грибов с общим видовым составом, обнаруженным за 9-летний период в каждом типе леса, то показатели будут ещё ниже: от 11 до 52%. То есть, для выявления всех видов грибов требуются длительные стационарные наблюдения, а один сезон не дает представления о видовом составе грибов какого-либо биогеоценоза.

Во всех биогеоценозах в течение трех периодов большинство видов (от 70 до 77%) встречалось от 2 до 9 раз с разными интервалами. При этом ежегодно появлялись базидиомы немногих распространённых видов с широкой экологической амплитудой (от 5 до 11 видов; от 2 до 4%), таких как: *Clitocybe gibba*, *Collybia dryophila*, *Laccaria laccata*, *Lactarius theiogalus*, *Mycena pura*, *M. sanguinolenta*, и другие. Во всех типах леса ежегодно встречались *Lactarius theiogalus* и *Mycena pura*. Наибольшее сходство ежегодно обнаруживаемых видов ($J = 33$) отмечено для ельника приручьевого и ельника кисличного, а

наименьшее (J = 19) – для ельника приручьевого и березняка разнотравного. Часть видов грибов (от 23 до 30% – березняк разнотравный) встречалась только однажды, в какой-либо один год наблюдений.

Новыми для Пермского края в III период оказались 12 видов грибов: *Conocybe dumetorum*, *Cortinarius atropusillus*, *C. leucopus*, *C. subbalaustinus*, *C. torvus*, *C. tubulipes*, *C. turgidus*, *Crepidotus subverrucisporus*, *Entoloma dichroum*, *Hydropus marginellus*, *Mycena aurantiomarginata* и *Phaeogalera medullosa*.

Характеристика изменений биоты агарикоидных базидиомицетов. В каждый год мониторинга, в ельниках и березняке выявлялись новые виды агарикомицетов, следовательно, происходило увеличение общего видового разнообразия в каждом из типов леса, что свидетельствует о наличии мицелиального континуума во времени.

Используя коэффициент Жаккара, мы сопоставили полученные нами данные с прошлыми периодами наблюдений (I↔II; II↔III; I↔III) (таблица 2).

Таблица 2 – Число видов агарикомицетов и коэффициенты сходства по видовому составу по периодам наблюдений в исследуемых биогеоценозах

Ельник приручьевой				Ельник кисличный				Березняк разнотравный			
периоды			за все периоды	периоды			за все периоды	периоды			за все периоды
I	II	III		I	II	III		I	II	III	
число видов грибов											
179	164	197	**285**	136	137	135	**214**	154	135	171	**255**
коэффициенты сходства по видовому составу грибов по Жаккару (J×100)											
I–II	II–III	I–III		I–II	II–III	I–III		I–II	II–III	I–III	
50	46	**44**		46	43	**47**		41	43	**44**	
Условные обозначения: I – 1975–1977 гг., II – 1994–1996 гг., III – 2010–2012 гг.											

Оказалось, что наиболее устойчивыми по видовому составу грибов по периодам наблюдений являются климаксные сообщества (ельник приручьевой и ельник кисличный) (J = 43–50).

По сравнению с видовым составом высших сосудистых растений (J = 56–88), биота агарикоидных базидиомицетов исследуемых ценозов меняется в бóльшей степени (J = 41–50), что вероятно связано со сменой активности мицелия различных видов грибов, которые формируют базидиомы.

Сравнивая исследуемые биогеоценозы по видовому составу агарикоидных грибов, отметим, что коэффициенты общности между ними по всем периодам наблюдений варьировали от 33 до 47 (таблица 3).

Если взять всю совокупность видов грибов за все периоды исследования, то обнаружится, что коэффициенты общности выше, чем между отдельными периодами. Наибольшее сходство видового разнообразия агарикомицетов в исследуемых биогеоценозах (в сумме за три периода наблюдений) выявлено между еловыми лесами (J = 49). Однако между ельниками и березняком разнотравным также обнаруживается много общих черт (J = 47–48).

Таблица 3 – Коэффициенты сходства по видовому составу агарикомицетов между исследуемыми биогеоценозами (по Жаккару: $J \times 100$)

Периоды	Годы наблюдений	Сравниваемые биогеоценозы	Ельник приручьевой	Ельник кисличный
I	1975–1977	Березняк разнотравный	45	46
II	1994–1996		35	33
III	2010–2012		39	44
за все периоды			**47**	**48**
I	1975–1977	Ельник кисличный	47	
II	1994–1996		41	
III	2010–2012		40	
за все периоды			**49**	

Столь высокие коэффициенты общности между ценозами свидетельствуют о довольно высоком сходстве видового состава грибов не только еловых лесов, но и березняка разнотравного с каждым из ельников. То есть, почти 50% агарикоидных грибов обладают очень широкой экологической амплитудой.

Анализируя хозяйственную значимость агарикоидных базидиомицетов в сумме за все периоды наблюдений, отметим, что в каждом из исследуемых биогеоценозов, лидирующее положение занимали несъедобные виды грибов.

7.2 Эколого-трофические группы агарикоидных базидиомицетов исследуемых биогеоценозов

Эколого-трофические группы грибов исследуемых ценозов весьма разнообразны. В каждом биогеоценозе отмечены: микоризообразователи, подстилочные и гумусовые сапротрофы, ксилотрофы, бриотрофы, микотрофы и герботрофы, из которых везде лидирующее положение занимают эктомикоризные грибы, подстилочные сапротрофы и ксилотрофы, что характерно для всей лесной зоны (рисунок 2).

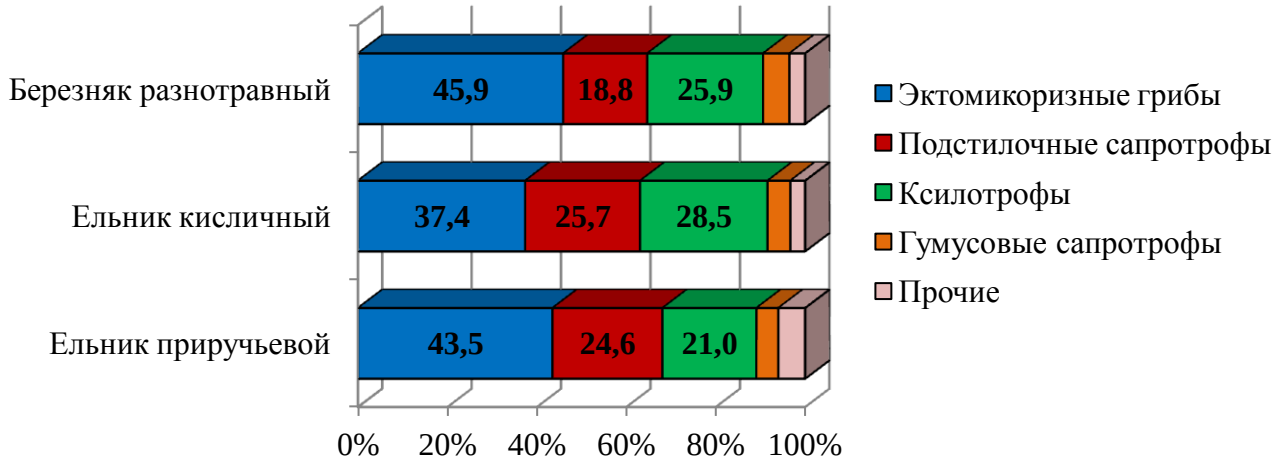

Рисунок 2 – Соотношение видов грибов в ведущих эколого-трофических группах по биогеоценозам (в процентах, от общего числа видов выявленных за три периода наблюдений, для каждого из сообществ)

По периодам видовой состав грибов в ведущих эколого-трофических группах изменяется, но более стабильной оказалась группа подстилочных сапротрофов (J_{St} = 42–62) (таблица 4).

Таблица 4 – Число видов грибов в ведущих эколого-трофических группах и их сходство по периодам наблюдений в исследуемых ценозах

Сравниваемые параметры		Ельник приручьевой				Ельник кисличный				Березняк разнотравный			
		число видов грибов											
периоды	годы	Mr	St	Le	Hu	Mr	Le	St	Hu	Mr	Le	St	Hu
I	1975–1977	83	43	37	9	53	39	39	3	79	32	32	9
II	1994–1996	64	43	37	9	32	45	42	11	62	33	22	11
III	2010–2012	91	49	36	8	59	31	37	2	81	47	36	3
за все периоды		**124**	**70**	**60**	**14**	**80**	**61**	**55**	**11**	**117**	**66**	**48**	**15**
коэффициенты сходства по видовому составу грибов по Жаккару (J×100)													
сравниваемые периоды	I–II	52	56	45	38	39	50	56	27	45	38	42	33
	II–III	46	46	43	55	32	43	58	18	43	40	52	21
	I–III	47	44	43	31	46	37	62	67	49	36	48	20
Условные обозначения: Mr – эктомикоризные грибы, St – подстилочные сапротрофы, Le – ксилотрофы, Hu – гумусовые сапротрофы													

Между биогеоценозами наибольшее сходство по видовому составу также имеют подстилочные сапротрофы. В целом за три периода наблюдений индексы общности колебались от 51 (березняк разнотравный/ельник приручьевой) до 57 (березняк разнотравный/ельник кисличный). У эктомикоризных грибов сходство между ценозами по видовому составу высокое и практически одинаковое между всеми ценозами (J_{Mr} = 47–48). Для ксилотрофов наибольшее сходство между биогеоценозами отмечено для еловых лесов (J_{Le} = 44–52), так как видовой состав древесных пород данных ценозов наиболее близок.

7.3 «Урожайность» и доминирующие виды грибов исследуемых биогеоценозов

По годам наблюдений в исследуемых биогеоценозах число и биомасса базидиом агарикоидных грибов значительно варьируются, что во многом связано с метеорологическими условиями текущего года.

Максимальные «урожаи» по числу базидиом (за август) во всех биогеоценозах были отмечены в 1996 г., а по биомассе: в еловых лесах – в 1977 г., в березняке разнотравном – в 2012 г. Минимальные «урожаи» по обоим показателям отмечены в засушливый 2010 г.

В целом по числу и биомассе базидиом близкая динамика варьирования «урожая» грибов отмечена для коренных лесов (ельник приручьевой, ельник кисличный), которые являлись наиболее устойчивыми по видовому составу агарикоидных грибов.

По периодам исследований (сравнение во времени) в исследуемых биогеоценозах число и биомасса базидиом агарикоидных грибов также варьируются (таблица 5).

Таблица 5 – Число и воздушно-сухая биомасса базидиом грибов, значения индексов Шеннона по периодам наблюдений в каждом из биогеоценозов

Ельник приручьевой				Ельник кисличный				Березняк разнотравный			
периоды			за все периоды	периоды			за все периоды	периоды			за все периоды
I	II	III		I	II	III		I	II	III	
число базидиом, шт./га											
17280	44680	9700	**71660**	39060	49640	5510	**94210**	57500	60840	18330	**136670**
воздушно-сухая биомасса, кг/га											
9,9	11,3	5,7	**26,9**	12,1	9,5	4,6	**26,2**	16,4	14,2	13,2	**43,6**
значения индексов Шеннона (*H*) по числу базидиом											
1,67	1,25	1,39	**1,55**	1,12	1,13	1,52	**1,30**	1,26	1,17	1,50	**1,39**
значения индексов Шеннона (*H*) по биомассе базидиом											
1,50	1,46	1,29	**1,70**	1,41	1,29	1,29	**1,60**	1,42	1,35	1,00	**1,54**
Условные обозначения: I – 1975–1977 гг., II – 1994–1996 гг., III – 2010–2012 гг.											

Во всех типах леса по периодам, по числу базидиом максимальные «урожаи» выявлены во II период, а по биомассе базидиом в I и II периоды наблюдений. Наименьшие показатели числа и биомассы базидиом во всех биогеоценозах отмечены в III период. В целом за три периода исследований березняк разнотравный имел более высокую «урожайность» по числу и биомассе базидиом по сравнению с еловыми лесами, что обусловлено обилием базидиом распространенных видов микоризообразователей, таких как: *Amanita muscaria*, *Laccaria laccata*, *Lactarius theiogalus*, *Russula delica* и других.

Значения индексов Шеннона (за август) как по числу, так и по биомассе базидиом, в исследуемых ценозах различны. Наибольшие их значения отмечены в ельнике приручьевом. Следовательно, биота агарикоидных грибов в нем существовала в наиболее благоприятных условиях, так как являлась более разнообразной и ее составляющие наиболее выровнены.

Доминирующие виды грибов. Для каждого ценоза имеется свой набор доминантов. Видовой состав доминирующих видов агарикомицетов по числу базидиом примерно в 2 раза больше, чем видовой состав доминантов по биомассе. Видовое разнообразие доминантов исследуемых лесов по сравнению как с общим числом видов, так и в ведущих эколого-трофических группах, более существенно изменялось по периодам, но более стабильными оказались доминанты по числу базидиом (J = 31–64), чем по биомассе (J = 0–17). Как по числу, так и по биомассе базидиом наиболее схож видовой состав доминантов между еловыми лесами и между ельником кисличным и березняком разнотравным.

При корреляционном анализе в исследуемых биогеоценозах по декадам исследований статистически значимых корреляций ($r_s \geq 0{,}7$; или $r_s \geq -0{,}7$; при $p < 0{,}05$) характеристик биоты агарикоидных базидиомицетов от метеорологических показателей в исследуемых сообществах не было выявлено.

По годам наблюдений установлено, что увеличение среднемесячной температуры воздуха в августе, в ельнике кисличном, отрицательно сказывается на числе базидиом ксилотрофов ($r_s = -0{,}70$). А обильные осадки в

августе, в ельнике приручьевом, способствуют сокращению числа видов подстилочных сапротрофов (r_s = −0,73).

ВЫВОДЫ

1. В результате наблюдений в 2010–2012 гг. в ельнике приручьевом обнаружено 197 видов агарикоидных базидиомицетов, в ельнике кисличном – 135, а в березняке разнотравном – 171. В целом, в результате многолетних исследований, в период с 1975 по 2012 гг. видовое разнообразие грибов в ельнике приручьевом достигло 285 видов, в ельнике кисличном – 214, а в березняке разнотравном – 255. Новыми для Пермского края в исследуемых биогеоценозах в III период оказались 12 видов агарикоидных грибов.

2. Наибольшее число видов грибов относилось к сем. *Tricholomataceae*, *Cortinariaceae* и *Russulaceae* (как и в предыдущие периоды исследований), что характерно для бореальных территорий. На неморальные черты биоты агарикоидных грибов указывает присутствие сем. *Boletaceae*, *Entolomataceae* и *Amanitaceae*.

3. Во всех типах лесов происходит увеличение видового состава грибов (с учётом скрытого биоразнообразия) в сравнении с I периодом (1975–1977 гг.): в ельнике кисличном – на 57%, в ельнике приручьевом – на 59%, в березняке разнотравном – на 66%. В климаксных сообществах видовой состав грибов увеличивается медленнее, чем во вторичных лесах.

4. Во всех исследуемых сообществах в течение трех периодов наблюдений большинство видов (от 70 до 77%) встречалось от 2 до 9 раз с разными интервалами, что подтверждает гипотезу о наличии мицелиального континуума во времени. Для выявления всех видов агарикомицетов необходимы длительные наблюдения, так как каждый сезон обычно обнаруживалось от 11 до 52% видов.

5. Видовой состав агарикомицетов исследуемых ценозов меняется в бóльшей степени (J = 41–50), чем видовой состав высших сосудистых растений (J = 56–88). Наиболее устойчивыми по видовому составу грибов (J = 43–50) оказались еловые леса, климаксные сообщества. По мере обнаружения новых видов грибов между всеми биогеоценозами происходит сближение их видового состава.

6. Ведущее положение по числу видов всегда занимали эктомикоризные грибы, подстилочные сапротрофы и ксилотрофы, что характерно для всей лесной зоны и согласуется с данными предыдущих лет. Состав видов грибов и их процентное соотношение в эколого-трофических группах со временем меняется, но наиболее стабильной оказалась группа подстилочных сапротрофов как во времени (J_{St} = 42–62), так и в пространстве (J_{St} = 51–57).

7. «Урожайность» агарикоидных грибов исследуемых ценозов по периодам и сезонам варьируется. Наибольшее число и биомасса базидиом на протяжении трех периодов всегда отмечалась для березняка разнотравного, что обусловлено обилием базидиом распространенных видов микоризообразователей. Видовое разнообразие доминантов исследуемых лесов

существенно изменялось по периодам, но более стабильными оказались доминанты по числу базидиом (J = 31–64), чем по биомассе (J = 0–17).

8. По годам наблюдений установлено, что увеличение среднемесячной температуры воздуха в августе, отрицательно сказывается на числе базидиом ксилотрофов в ельнике кисличном ($r_s = -0{,}70$). Обильные осадки в августе способствуют сокращению числа видов подстилочных сапротрофов в ельнике приручьевом ($r_s = -0{,}73$). Влияние метеорологических показателей на биоту агарикоидных грибов по декадам наблюдений не выявлено.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах, индексируемых в SCOPUS/Web of Science

1. Боталов В.С., Переведенцева Л.Г., **Шишигин А.С**. Изменение структуры и продуктивности биоты агарикоидных базидиомицетов по результатам многолетнего мониторинга в сосновых лесах Пермского края (подзона южной тайги) // Сибирский экологический журнал. – 2018. – Т. 25. – № 5. – С.559–571. [Botalov V.S., Perevedentseva L.G., **Shishigin A.S.** Change in the structure and productivity of the biota of agaricoid basidiomycetes according to the results of long-term monitoring in pine forests of Perm oblast (southern taiga subzone) // Contemporary Problems of Ecology. – 2018. – V. 11. – I. 5. – P. 600–609. DOI: 10.1134/S1995425518050050]. ИФ. РИНЦ 2020 = 1,54. SJR 2020 = 0,34. JCR 2020 = 0,77.

2. Боталов В.С., Переведенцева Л.Г., **Шишигин А.С**. Мониторинг структуры и продуктивности биоты агарикоидных базидиомицетов в еловых лесах подзоны южной тайги Пермского края // Сибирский экологический журнал. – 2020. – Т. 27. – № 6. – С. 717–728. [Botalov V.S., Perevedentseva L.G., **Shishigin A.S.** Monitoring the structure and productivity of biota of agaricoid basidiomycetes in spruce forests of the subzone of the southern taiga of the Perm krai // Contemporary Problems of Ecology. – 2020. – V. 13. – I. 6. – P. 484–493. DOI: 10.1134/S1995425520060050]. ИФ. РИНЦ 2020 = 1,54. SJR 2020 = 0,34. JCR 2020 = 0,77.

3. Volobuev S.V., Bolshakov S.Yu., Khimich Yu.R., Shiryaev A.G., Rebriev Yu.A., Potapov K.O., Popov E.S., Kapitonov V.I., Palamarchuk M.A., Kalinina L.B., Kosolapov D.A., Stavishenko I.V., Perevedentseva L.G., Vlasenko V.A., Ezhov O.N., Kirillov D.V., Botyakov V.N., Palomozhnykh E.A., Botalov V.S., Zvyagina E.A., Dejidmaa T., Leostrin A.V., Efimova A.A., Borovichev E.A., Shakhova N.V., **Shishigin A.S.**, Vlasenko A.V., Zmitrovich I.V. New species for regional mycobiotas of Russia. 6. Report 2021 // Mikologiya i fitopatologiya. – 2021. – V.55. – № 6 – P. 411–422. DOI: 10.31857/S0026364821060131. ИФ. РИНЦ 2020 = 1,09. SJR 2020 = 0,23.

Статьи в журналах из перечня ВАК, входящих в базу данных РИНЦ

1. Переведенцева Л.Г., **Шишигин А.С.** Мониторинг эктомикоризных грибов ельника приручьевого // Вестн. Удмурт. ун-та. Сер. Биол. Науки о Земле. – 2015. – Вып. 3. – С. 28–34.

2. Переведенцева Л.Г., **Шишигин А.С.**, Челакова Ю.А. Агарикоидные базидиомицеты заповедника «Басеги» // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Биол. – 2016. – Вып. 2. – С. 109–115.

3. Переведенцева Л.Г., Боталов В.С., **Шишигин А.С**. Мониторинг охраняемых грибов Пермского края: *Lactarius volemus* (Fr.) Fr. – подмолочник // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Биол. – 2017. – Вып. 1. – С. 37–42.

4. **Шишигин А.С.**, Переведенцева Л.Г., Боталов В.С. Мониторинг эктомикоризных грибов ельника кисличного в южнотаежных лесах Пермского края // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Биол. – 2019. – Вып. 3. – С. 280–290. DOI: 10.17072/1994-9952-2019-3-280-290.

Другие публикации

1. Боталов В.С., Переведенцева Л.Г., **Шишигин А.С**. Агарикоидные базидиомицеты сосняка сфагнового // Биологическое разнообразие растительного мира Урала и

сопредельных территорий: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием (Екатеринбург, 28 мая–1 июня 2012 г.). – Екатеринбург, 2012. – С. 261–263.

2. Боталов В.С., Переведенцева Л.Г., **Шишигин А.С.** Мониторинг агарикоидных базидиомицетов сосняка чернично-сфагнового в южнотаежных лесах Пермского края // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: мат-лы 8-й Междунар. конф. (Ульяновск, 15–19 октября 2012 г.). – Ульяновск, 2012. – С. 20–24.

3. **Шишигин А.С**. Грибы рода *Mycena* в ельнике приручьевом // Фундаментальные и прикладные исследования в биологии и экологии: мат-лы регион. студ. науч. конф. (Пермь, 15–20 апреля 2013 г.) – Пермь, 2013. – С 37–41.

4. Переведенцева Л.Г., **Шишигин А.С**. Агарикоидные базидиомицеты ельника приручьевого (подзона южной тайги, Пермский край) // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Биол. – 2014. – Вып. 2. – С. 18–23.

5. **Шишигин А.С.,** Переведенцева Л.Г., Переведенцев В.М. Микоризные грибы ельника приручьевого // Биоразнообразие и экология грибов и грибоподобных организмов северной Евразии: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием (Екатеринбург, 20–24 апреля 2015 г.). – Екатеринбург, 2015. – С. 284–286.

6. **Шишигин А.С.**, Благиных В.В. Агарикоидные базидиомицеты ельника кисличного // III (XI) Междунар. бот. конф. молодых ученых в Санкт-Петербурге: тез. докл. (Санкт-Петербург 4–9 октября 2015 г.). – СПб., 2015. – С. 44.

7. **Шишигин А.С.,** Переведенцева Л.Г., Переведенцев В.М. Агарикоидные базидиомицеты ельника приручьевого // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: мат-лы 9-й Междунар. конф. (Минск, 19–24 октября 2015 г.). – Минск, 2015. – С. 251–253.

8. Переведенцева Л.Г., Боталов В.С., **Шишигин А.С.** Мониторинг охраняемых грибов Пермского края: кордицепс головчатый, канадский – *Cordyceps canadensis* Ellis & Everh // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия в регионах Российской Федерации. Красная книга как объект государственной экологической экспертизы: мат-лы Межрегион. науч.-практ. конф. (Пермь, 27–29 октября 2015 г.). – Пермь, 2015. – С. 90–93.

9. **Шишигин А.С.** Мониторинг агарикоидных базидиомицетов ельника приручьевого // Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов–2016»: секция «Биология»; МГУ им. М.В. Ломоносова, биол. фак.: тез. докл. (Москва, 11–15 апреля 2016 г.). – М., 2016. – С 245.

10. **Шишигин А.С.,** Переведенцева Л.Г., Боталов В.С. Мониторинг агарикоидных базидиомицетов в ельнике кисличном (Пермский край, подзона южной тайги) // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: мат-лы 10-й Междунар. конф. (Петрозаводск, 15–19 октября 2018 г.). – Петрозаводск, 2018. – С. 225–228.

11. Переведенцева Л.Г., **Шишигин А.С.** Мониторинг агарикоидных базидиомицетов в ельнике приручьевом (подзона южной тайги Пермского края) // Грибные сообщества лесных экосистем. – М.; Петрозаводск, 2018. – Т. 5. – С. 77–88.

12. **Шишигин А.С.,** Переведенцева Л.Г., Боталов В.С. Охраняемые и редкие виды грибов ООПТ «Верхняя Кважва» (Пермский край) // Заповедники – 2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление: мат-лы IX Всерос. науч.-практ. конф. (Симферополь, 9–11 октября 2019 г.). – Симферополь, 2019. – С. 315–320.

13. **Шишигин А.С.** Мониторинг эктомикоризных грибов березняка разнотравного в южнотаежных лесах Пермского края // Симбиоз–Россия 2020: мат-лы XII Всерос. конгр. молодых ученых-биологов с междунар. участием (Пермь, 28–30 сентября 2020 г.) – Пермь, 2020. – С. 318–323.

14. **Шишигин А.С.** Агарикоидные базидиомицеты березняка разнотравного (Пермский край, подзона южной тайги) // Информационные технологии в исследовании биоразнообразия: мат-лы III Нац. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рождения акад. РАН П.Л. Горчаковского (Екатеринбург, 5–10 октября 2020 г.) – Екатеринбург, 2020. – С. 573–576.