

Министерство просвещения Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный педагогический университет
им. К.Д. Ушинского»

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
Институт лесоведения РАН
Национальная академия микологии



**Национальная
академия
микологии**



**Институт лесоведения
Российской академии наук**

ЭКОЛОГИЯ ГРИБОВ И ГРИБОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ: ФАКТЫ, ГИПОТЕЗЫ, ТЕНДЕНЦИИ

Тезисы докладов
Всероссийской научной конференции
с международным участием, посвященной
300-летию Российской академии наук

Ярославль
2023

ISBN 978-5-00089-684-6
© ФГБОУ ВО «Ярославский
государственный педагогический
университет им. К. Д. Ушинского», 2023
© Авторы, 2023

УДК 582.28(075); 574.58(075)
ББК 28.591я73 +28.082.1я73
Э40

Издается по решению редакционно-издательского совета
ЯГПУ им. К.Д. Ушинского

Рецензенты:

Крылов Александр Витальевич, доктор биологических наук, профессор, директор
Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,
Разгулин Сергей Михайлович, доктор биологических наук, старший научный сотрудник
лаборатории лесной геоботаники и лесного почвоведения Института лесоведения РАН

Экология грибов и грибоподобных организмов: факты, гипотезы, тенденции
Э40 : тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием,
посвященной 300-летию Российской академии наук [12-14 октября, 2023 года] /под
науч. ред. Л.В. Воронина, А.В. Куракова, А.Г.Ширяева, С.В. Волобуева. – Ярославль :
РИО ЯГПУ. – Ярославль, 2023. – 70 с.
ISBN 978-5-00089-684-6

В сборнике тезисов конференции представлено содержание докладов, в которых отражены результаты исследований по различным направлениям экологии разных групп грибов и грибоподобных организмов: влияние абиотических и биотических факторов на развитие, распространение, размножение грибов, взаимоотношения грибов с другими компонентами экосистем, биотическое и сапротрофное питание в разных жизненных средах.

Сборник рассчитан на микологов, фитопатологов, лишенологов, микробиологов, экологов, специалистов в области охраны природы.

Издание выполнено в программе Adobe Acrobat Professional, минимальные системные требования: 1,3 ГГц, Windows. Оперативная память 256 Мб. 8x CD-ROM. Использование программой Adobe Reader.

УДК 582.28(075) + 574.58(075)
ББК 28.591я73 +28.082.1я73

Текстовое электронное издание

ISBN 978-5-00089-684-6

© ФГБОУ ВО «Ярославский
государственный педагогический
университет им. К. Д. Ушинского»,
2023
© Авторы, 2023

Научное издание

Экология грибов и грибоподобных организмов: факты, гипотезы, тенденции

Тезисы докладов Всероссийской научной конференции
с международным участием,
посвященной 300-летию Российской академии наук

Редакционная коллегия:

Леонид Владимирович Воронин, доктор биологических наук, ЯГПУ
Александр Васильевич Кураков, доктор биологических наук, профессор, МГУ
Антон Григорьевич Ширяев, доктор биологических наук, ИЭРиЖ УрО РАН
Сергей Викторович Волобуев, кандидат биологических наук, БИН РАН

Все материалы издаются в авторской редакции

Технический редактор С.А. Сосновцева
Объем текстового материала 5,35 уч.-изд. л.
Объем издания 600 Кб
Тираж 50 экз.
Комплектация издания – 1 диск (CD)

Редакционно-издательский отдел
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный педагогический университет
им. К.Д. Ушинского» (РИО ЯГПУ)
150000, г. Ярославль, ул. Республиканская, 108/1

Запись на материальный носитель осуществила О.Л. Лазарева

Содержание

<i>Агаева Д. Н., Мустафабейли Э. Г.</i> Шляпочные грибы Шекинского района Азербайджана	7
<i>Андросова В. И., Тарасова В. Н., Горшков В. В.</i> Заселение лишайниками молодых хвойных деревьев в среднетаежных сообществах европейского севера	8
<i>Берестецкий А. О.</i> Экологическая роль вторичных метаболитов фитопатогенных грибов	9
<i>Бондарева Е. В., Серая Л. Г., Ларина Г. Е.</i> Распространенность возбудителей рода <i>Phytophthora</i> на древесных породах в городских условиях	9
<i>Бондаренко-Борисова И. В., Булгаков Т. С.</i> Итоги изучения чужеродных фитопатогенных грибов на травянистых растениях в коллекциях Донецкого ботанического сада	11
<i>Булгаков Т. С.</i> Чужеродные фитопатогенные грибы: важность изучения и вопросы классификации	12
<i>Буркин А. А., Кононенко Г. П.</i> Токсичные метаболиты грибов и адаптация фукоидов – симбионтов к условиям обитания	13
<i>Валяев Д. А., Иванова А. Е., Прокофьева Т. В., Гончаров Н. В., Умарова А. Б.</i> Пыль как отдельное местообитание грибов в городской среде	14
<i>Волобуев С. В.</i> Предпочтения и исключения: особенности субстратной приуроченности ксилотрофных афиллофороидных грибов в полидоминантном широколиственном лесу	16
<i>Воронин Л. В., Жданова С. М.</i> Распространение и роль грибов и грибоподобных организмов в зоопланктоне пресноводных экосистем	17
<i>Воронин Л. В., Чернявская П. А.</i> Изменения комплексов микодеструкторов макрофитов в городском водоеме (Ярославль, Россия)	18
<i>Гасич Е. Л., Гомжина М. М, Хлопунова Л. Б.</i> Температурный фактор как один из элементов полифазного подхода к идентификации видов <i>Sergospora</i> на сое	19
<i>Джалолов И. И., Литовка Ю. А., Павлов И. Н.</i> Биоразнообразие микромицетов в торфяных буграх пучения Арктики	20
<i>Злобина Ю. А., Широких А. А.</i> Накопление редуцирующих сахаров при культивировании базидиальных грибов на твердом субстрате	22
<i>Иванов А. И.</i> Стенотопные виды Агарикомицетов (<i>Agaricomycetes</i>) и проблемы их охраны на территории Пензенской области	23
<i>Исмаилов А. Б.</i> Особенности эпифитной лишенобиоты Самурского леса (Низменный Дагестан)	24
<i>Коваленко С. А., Маховик И. В., Бордок И. В., Велюгина А. С.</i> <i>Inonotus obliquus</i> в коллекции штаммов грибов Института леса НАН Беларуси	25
<i>Кондакова Г. В., Лошаков В. П.</i> О разнообразии микобиоты Петропавловского парка (г. Ярославль)	27
<i>Копытина Н. И., Бочарова Е. А.</i> Микокомплексы на целлюлозосодержащих субстратах в открытой части Черного моря	28
<i>Копытина Н. И., Рыбакова И. В.</i> Микробная численность и биомасса в реке Волга на участке Углич – Красный Профинтерн (Ярославская область)	29
<i>Крючкова М. О., Иванова А. Е., Данилова О. А., Терешина В. М.</i> Поиск механизмов, определяющих устойчивость штаммов <i>Aspergillus niger</i> к высоким дозам облучения	30
<i>Кураков А. В., Федорова М. Д.</i> Видовое разнообразие грибов донных грунтов озера Байкал	31

<i>Лазарева О. Л.</i> Особенности экологии агарикоидных и гастероидных грибов, приуроченных к селитебной зоне г. Ярославля	33
<i>Левитин М. М.</i> Климат и болезни растений	34
<i>Литовка Ю. А., Павлов И. Н.</i> Биоразнообразии фузариоидных грибов, ассоциированных с древесными растениями на территории России	35
<i>Малыгин Д. М., Сокорнова С. В.</i> Трудности видовой идентификации арбускулярно-микоризных грибов полевых растений	36
<i>Маховик И. В., Бордок И. В., Волкова Н. В., Родионов С. Ф.</i> Экологические стратегии формирования склероциев <i>Inonotus obliquus</i> (Ach. ex Pers.) Pilát в березовых лесах Беларуси	37
<i>Михалева Л. Г.</i> Грибы долины Эркээни (Центральная Якутия)	39
<i>Мороз Е. Л., Алексеева А. Р.</i> Сообщение о кортикулоидных миксомицетах (класс Mucromycetes) Центрального ботанического сада НАН Беларуси	40
<i>Мороз Е. Л., Новожилов Ю. К.</i> О миксомицетах (класс Mucromycetes) Национального парка «Беловежская пуца» (Республика Беларусь)	41
<i>Мучник Е. Э.</i> К изучению лишенобиоты природного заказника «Хвойные леса в верховьях Москвы-реки» (Можайский г.о., Московская область)	42
<i>Панькова И. Г., Кирицели И. Ю., Ильюшин В. А., Зеленская М. С., Власов Д. Ю.</i> микроскопические грибы на древесных субстратах (антропогенно привнесенной древесине и плавнике) в Арктических морях	43
<i>Гафиятов Ю. Р., Садыков Р. Э., Потапов К. О.</i> Базидиальные макромицеты и миксомицеты памятника природы «Русско-немецкая Швейцария», г. Казань	44
<i>Предтеченская О. О., Руоколайнен А. В.</i> Агарикоидные и афиллофороидные макромицеты в условиях ландшафта озерных равнин (средняя подзона тайги, Республика Карелия)	45
<i>Ребриев Ю. А.</i> Виды грибов, рекомендованные в Красную книгу Ростовской области с учетом критериев редкости МСОП (IUCN)	47
<i>Сарычева Л. А.</i> Редкие и рекомендуемые к охране в Липецкой области виды макромицетов с гипогенными плодовыми телами	48
<i>Светашева Т. Ю., Иванов А. И., Потапов К. О.</i> <i>Caloboletus radicans</i> (Pers.) Vizzini – смена экологической стратегии редкого вида или результат глобального потепления?	49
<i>Сергушкина М. И., Попыванов Д. В., Соломина О. Н., Зайцева О. О., Худяков А. Н.</i> Использование полисахаридов культуральной жидкости <i>Ganoderma applanatum</i> при криоконсервировании репродуктивных клеток	51
<i>Сидорова Т. А., Иванова А. Е., Умарова А. Б.</i> Анализ трендов трансформации микобиоты при городском почвенном конструировании в разных природных зонах	52
<i>Сокорнова С. В., Алексеева А. Н.</i> Элиситорная активность мицелия некоторых видов аскомицетов, способных к эндофитному образу жизни	53
<i>Сонина А. В., Бобко А. С., Цунская А. А., Румянцева А. Д.</i> Структурно-функциональные особенности эпилитных листоватых лишайников в разных биотопах на территории Республики Карелия	55
<i>Стороженко В. Г.</i> Дереворазрушающие грибы и устойчивость лесных сообществ	56
<i>Сыпабеккызы Г., Рахимова Е. В., Кызметова Л. А., Асылбек А. М.</i> Род <i>Guignardia</i> Viala et Ravaz в Казахстане: видовой состав и распространение	57
<i>Тарасова В. Н., Галёшкин Н. С., Никерова К. М., Кутенков С. А.</i> Влияние условий местообитания на восстановление эпифитного лишайникового покрова после пожара в сосняке зеленомошном	58
<i>Терехова В. А.</i> Нереализованный ремедиационный потенциал грибов	59

Тютинa В. А., Плотникова К. А., Иванова А. Е. Грибные комплексы твердых атмосферных выпадений в городах таежной зоны на примере Сыктывкара и Москвы	61
Федосеева Е. В., Терёшина В. М., Данилова О. А., Януцевич Е. А., Терехова В. А. Влияние цинка в стимулирующих концентрациях на состав липидов и осмолитов цитозоля почвенных мицелиальных грибов	62
Храмцов А. К., Поликсенова В. Д., Лемеза Н. А., Сидорова С. Г., Стадниченко М. А., Федюшко И. А. Трофические и топические связи чужеродных фитопатогенных микромицетов в консорциях растений Беларуси	63
Черепанова М. А., Митина Г. В., Чоглокова А. А. Поиск и идентификация природных изолятов <i>Lecanicillium</i> -подобных грибов Краснодарского края	64
Широких А. А., Широких И. Г. Ассоциации миксомицетов <i>Trichiasea</i> в заповеднике «Нургуш» (на примере участка «Тулашор»)	65
Ширяев А. Г., Змитрович И. В., Булгаков Т. С. Многолетние тенденции трансформации микобиоты чужеродных древесных растений Екатеринбурга и Среднего Урала	66
Шишигин А. С., Переведенцева Л. Г., Боталов В. С. Мониторинг ксилотрофных агарикоидных базидиомицетов в некоторых типах коренных и производных лесов подзоны южной тайги Пермского края	68
Ярмеева М. М., Белосохов А. Ф., Чудинова Е. М., Еланский С. Н. Базидиальные грибы на растениях картофеля и томата	69

ШЛЯПОЧНЫЕ ГРИБЫ ШЕКИНСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАНА

Агаева Д. Н., Мустафабейли Э. Г.

Институт Ботаники Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики,

г. Баку, Бадамдарское шоссе, 40

e-mail: a_dilzara@yahoo.com, elgunazer@gmail.com

Ключевые слова: шляпочные грибы, таксономия, редкие виды, высотная поясность, индикация.

HAN MUSHROOMS OF THE SHEKI REGION OF AZERBAIJAN

Agaveva D. N., Mustafabeyli E. H.

Keywords: hat fungi, taxonomy, rare species, altitudal zonation, indication.

Грибы являются недревесным продуктом лесных экосистем. Они оказывают значительное влияние на экосистемные процессы и являются одним из основных индикаторов экологических изменений. В последние годы в условиях изменения климата тенденция изучения грибов приобретает особое значение. Известно, что изменение климата вызывает временные изменения фенологических показателей у многих организмов. Особая чувствительность грибов к изменению климата проявляется в ускорении периода плодоношения, что может быть использовано в качестве надежного индикатора для мониторинга [Boddy et al. 2013; Lovrić et al., 2021].

Целью данного исследования является изучение шляпочных грибов Шекинского района, определение их систематического состава с учетом последних таксономических и номенклатурных изменений, выявление экологических групп и распределение грибов по высотным поясам, а также выявление среди них редких и исчезающих видов. В ходе микологических исследований 2013-2022 гг. в Шекинском районе собраны образцы грибов на высотах 675-2200 м над ур. моря, которые были обработаны и депонированы в ВАК с указанием точного места сбора образцов и их GPS-координат. При этом учитывались фенотипические свойства, а также микроскопические признаки (размеры, формы и цвет диагностически важных признаков). На основе морфологических диагностических признаков было собрано и идентифицировано 476 образцов. Всего 149 таксонов (144 вида, три формы и две вариации), принадлежащих к 87 родам, 41 семейству и 13 порядкам из 2-х отделов (Ascomycota и Basidiomycota). Среди них преобладают роды семейства Pezizaceae, Agaricaceae, Boletaceae, Russulaceae. Из собранных видов более 50 являются новыми для Азербайджана [Mustafabayli et al., 2019, 2021], также сообщаем о новых находках *Morchella semilibera* и *Sarcosphaera coronaria*. Из часто встречаемых видов можно упомянуть *Amanita vaginata*, *Caloboletus radicans*, *Coprinopsis atramentaria*, *Gymnopus fusipes*, *Hymenopellis radicata*, *Apioperdon pyriforme*, *Sarcoscypha coccinea*. Виды *Butyriboletus pseudoregius*, *Clavariadelphus pistillaris*, *Lactarius citriolens* встречаются редко в исследуемом районе. А виды *Lactarius deliciosus*, *Morchella crassipes* и *Tuber aestivum* – в целом являются редкими для Азербайджана. Исследуемые виды относятся к следующим экологическим группам шляпочных грибов: ксилотрофы, микоризальные, подстилочные и гумусовые сапротрофы, капротрофы и паразиты, среди которых преобладают микоризальные, такие как *Russula rosea*, *Amanita nehuta*, *Caloboletus radicans*. В процессе исследований по высотным поясам, начиная с низкогорной (500-800 м над у.м.) до субальпийской (2200 м над у.м.) зоны наблюдалась видовая изменчивость. Установлено, что грибы встречались в основном в среднем и верхнем горных поясах, что объясняется расположением лесных массивов на этих высотах. Некоторые виды, такие как, *Agaricus campestris*, *Apioperdon pyriforme*, *Amanita pantherina*, *Amanita rubescens*, *Armillaria mellea*, *Boletus aereus*, *Hypholoma fasciculare* и *Coprinopsis atramentaria* были зарегистрированы в нескольких высотных поясах. В

последние годы в связи с изменением климата нами также наблюдались различия во времени появления ряда грибов. *Lactarius deliciosus* и *Lepista nuda* обычно встречаются осенью, однако также наблюдались в январе в течение нескольких лет.

ЗАСЕЛЕНИЕ ЛИШАЙНИКАМИ МОЛОДЫХ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ СООБЩЕСТВАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

Андросова В. И.¹, Тарасова В. Н.¹, Горшков В. В.²

¹Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33

²Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 2
e-mail: vera.androsova28@gmail.com, tarasova1873@gmail.com,
vadim-v-gorshkov@yandex.ru

Ключевые слова: лишайники, заповедники, возобновление, видовой состав, ель, сосна.

LICHEN SETTLEMENT OF YOUNG CONIFERS IN THE MIDDLE-LYING COMMUNITIES OF THE EUROPIAN NORTH

Androsova V. I., Tarasova V. N., Gorshkov V. V.

Keywords: lichens, reserve, renewal, compositions, Abies, Pinus.

Изучение процесса ранней колонизации деревьев эпифитами необходимо для оценки потенциала данного компонента биоразнообразия лесных экосистем к восстановлению после катастрофических нарушений. Работа посвящена исследованию заселения лишайниками деревьев двух основных лесообразующих древесных пород средней тайги – *Pinus sylvestris* и *Picea abies* в сосняках зеленомошных, развивающихся после пожаров, а также реализации регионального флористического пула лишайников, характерного для этих двух пород.

Исследования проведены на территории государственного природного заповедника "Кивач" (62°17'N, 34°00'E, Республика Карелия). Работа выполнена на 9 постоянных пробных площадях размером 25×25 м, заложенных в сосняках зеленомошных с давностью последнего пожара 7–90 лет. На стволах и ветвях 600 деревьев сосны и ели возрастом 1–55 лет оценивали видовой состав лишайников с учетом встречаемости видов.

Всего на молодых деревьях *Pinus sylvestris* и *Picea abies* обнаружено 63 вида лишайников, среди которых 60 отмечены на сосне и 42 – на ели. Общими среди обнаруженных для сосны и ели являются 39 лишайников: только на ели найдены 3 вида, только на сосне – 21. На молодых деревьях сосны произрастают 3 вида, которые не встречаются на деревьях более зрелого возраста: *Buellia arnoldii*, *Calicium pinastri* и *Lecanora hypopta*. Стволы изученных деревьев характеризуются большим видовым разнообразием лишайников (53), чем ветви (45). На ветвях молодых елей число специфичных для данного местообитания лишайников (26) выше, чем на сосне. Исследование показало, что на молодых деревьях сосны встречается только половина (60) потенциального разнообразия лишайников (110), известного для среднетаёжных сообществ Карелии, тогда как на елях – только четверть (42 из 158). Заселение деревьев сосны и ели начинается с 5-летнего возраста распространенными листоватыми лишайниками, имеющих широкую экологическую амплитуду: *Hypogymnia physodes*, *Parmeliopsis ambigua* и *Vulpicida pinastri*. К 30–50-летнему возрасту на хвойных деревьях произрастают основные доминантные виды лишайников, создающие характерный облик эпифитного покрова данных видов деревьев. Стабилизация числа видов происходит быстрее на сосне, чем на ели, и отмечается в группе деревьев 30-летнего возраста. Исследование показало, что времени 50–55 лет явно недостаточно для накопления того потенциального видового разнообразия, которое характерно для сосны и ели в регионе. В ходе исследования выявлены группы лишайников, характерные для

определенного возраста деревьев. Полученные данные позволяют прогнозировать видовое разнообразие лишайников в известных условиях (тип леса, параметры древостоя) и времени с момента нарушения.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 075-03-2023-128).

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Берестецкий А. О.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Санкт-

Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 3

e-mail: aberestetskiy@vizr.spb.ru

Ключевые слова: фитопатогены, микромицеты, метаболиты, сапротрофы, антагонисты.

ECOLOGICAL ROLE OF SECONDARY METABOLITES OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI

Berestetsky A. O.

Keywords: phytopathogenes, micromycetes, metabolites, saprotrophs, antagonists.

Фитопатогены – важная группа грибов, которые регулируют численность популяций дикорастущих растений, а также снижают урожайность сельскохозяйственных культур, качество кормов и продуктов питания при хранении. Многие некро- и гембиотрофные фитопатогенные микромицеты образуют впечатляющее структурное разнообразие вторичных метаболитов, обладающих широким спектром биологической активности. Предполагается, что эти вещества используются ими для колонизации растительных субстратов, а также для конкурентной борьбы с фитофагами, другими видами фитопатогенов (грибами, бактериями, вирусами) и выживания в почве, семенах и на растительных остатках, противодействуя сапротрофам и антагонистам. В докладе будут использованы примеры некоторых хорошо известных и широко распространённых патогенов злаковых культур и некоторых дикорастущих растений. Будут рассмотрены их основные вторичные метаболиты: структурное разнообразие, спектр биологической активности, гипотезы их вовлеченности в жизненные циклы фитопатогенов, а также перспективы их практического применения.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ РОДА *PHYTOPHTORA* НА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОДАХ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Бондарева Е. В., Серая Л. Г., Ларина Г. Е.

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,

Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт,
владение 5

e-mail: bondarevae.v@yandex.ru

Ключевые слова: патогенность, хозяева, инвазия, фитофтороз, симптоматика.

PREVALENCE OF *PHYTOPHTORA* PATOGENS IN URBAN TREE SPECIES

Bondareva E. V., Seraya L. G., Larina G. E.

Keywords: pathogenesis, hosts, invasion, phytophthora, symptomatic.

Оомицеты из рода *Phytophthora* чрезвычайно пластичны в факторах патогенности, выборе круга хозяев и долгосрочной стратегий выживания и являются одними из разрушительных фитопатогенов, поражающих древесные породы на разных континентах. Описано свыше 100 видов рода *Phytophthora*, среди которых установлено около 40 видов, поражающих деревья: *Phytophthora ramorum* и *Phytophthora cinnamomi* [Rizzo et al., 2005].

Для развития и распространения фитофтороза важны условия окружающей среды, не только наличие самого возбудителя, но и восприимчивого к нему хозяина. У большинства деревьев первичная инвазия происходит через корневые волоски, когда зооспоры переходят в фазу инцистирования с образованием биопленки из секретируемых белков. Через 20–30 минут после зооспоры прорастают и дают начало гифам. Эти гифы отвечают за выработку ферментов, которые разрушают клеточную стенку растений. Поражая сначала мелкие корни, и понемногу прогрессируя в более крупные боковые корни, фитофтороз вызывает медленное увядание растения до его полной гибели. Возбудитель из рода *Phytophthora* может проникать в боковые корни и колонизировать флоэму, опоясывая корни, где образует язвы, нарушающие проводимость тканей и твердость ствола. Фитофтороз активно развивается в продолжительных по времени условиях повышенной влажности при положительных температурах [Hardham, 2005]. На древесных породах он может быть в латентной форме. В полевых условиях используют методы визуальной диагностики для оценки степени поражения древесных растений фитофторозом. Выделяют следующую симптоматику: у *широколиственных пород* наблюдается постепенное изреживание кроны с признаками хлороза, измельчением листьев, увяданием и отмиранием мелких ветвей, отсутствие роста, образование мокнущих язв в основании стволов деревьев; у *хвойных пород* не наблюдается увядание, отмечают пожелтение и измельчение хвои, резкое снижение роста побегов. Цель нашей работы – изучение распространённости фитофтороза на древесных породах в городских условиях.

В период 2020-2022 года нами были проведены фитомониторинговые обследования зеленых насаждений из разных пород в городских условиях. По визуальным признакам фитофтороза на отдельных деревьях были отобраны образцы коры, побегов, корней. Методом приманок провели идентификацию представителей рода *Phytophthora* [Бондарева, Калембет, 2019]. Подтверждено наличие оомицетов рода *Phytophthora* (частота встречаемости 10-20%) в Московской области на ели обыкновенной, груше обыкновенной, яблоне домашней, сосне обыкновенной, каштане конском обыкновенном и рододендроне вечнозеленом (даурском); Белгородской области – яблоне домашней. По морфологическим признакам установлено, что в 30% случаев причиной заболевания послужил возбудитель *Phytophthora cactorum*.

Итак, в современных условиях города с разнообразным породным составом в озеленение определены отдельные растения с симптомами фитофтороза. Крайне важно контролировать распространение возбудителя фитофтороза с помощью карантинных мер и своевременных фитомониторинговых обследований.

Список литературы

1. Rizzo DM. *Phytophthora ramorum*: integrative research and management of an emerging pathogen in California and Oregon forests / Rizzo DM, Garbelotto M, Hansen EM. // Annual Review of Phytopathology. 2005. № 43. P. 309.
2. Hardham A. R. *Phytophthora cinnamomi* // Molecular plantpathology. 2005. № 6. P. 589-604.
3. Бондарева Е. В., Калембет И. Н. Сравнительный анализ классических лабораторных методов выделения представителей рода *Phytophthora* из почвы и растений // Аграрная наука. 2019; 1:113-117.

ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ НА ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЯХ В КОЛЛЕКЦИЯХ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Бондаренко-Борисова И. В.¹, Булгаков Т. С.²

¹Донецкий ботанический сад, г. Донецк, пр. Ильича, 110

² Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр РАН», г.

Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28

e-mail: irina_bondarenko_2022@mail.ru

Ключевые слова: чужеродные растения, чужеродные фитопатогены, таксономия микромицетов, ареалы микромицетов.

RESULTS OF STUDY OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI ON HERBACEOUS PLANTS IN COLLECTIONS OF DONETSK BOTANICAL GARDEN

Bondarenko-Borisova I. V., Bulgakov T. S.

Keywords: foreign plants, foreign phytopathogens, taxonomy of micromycetes, areals of micromycetes.

Преднамеренная и случайная интродукция растений в новые регионы земного шара в результате активной хозяйственной и торговой деятельности приобрела в 21-м веке глобальный характер. Она неизбежно сопровождается случайным проникновением чужеродных фитопатогенных грибов-микромицетов, которые часто тесно ассоциированы с растениями-хозяевами и способны длительное время находиться в латентном состоянии, что затрудняет их выявление (Горленко, 1975; Дьяков, 2015; Булгаков, 2017). Наибольшее разнообразие чужеродных фитопатогенных грибов отмечается в местах наибольшей концентрации чужеродных растений – ботанических садах, питомниках, городских парках, которые часто становятся центрами проникновения и распространения новых грибных фитопатогенов в городских местообитаниях и агроценозах (Desprez-Loustau, 2009; Поликсенова, Храмцов, 2012, 2015; Булгаков, Бондаренко-Борисова, 2017).

В связи с этим в течение 2020–2022 г. на территории Донецкого ботанического сада (ДБС) регулярно осуществлялся фитопатологический мониторинг коллекций травянистых цветочно-декоративных, пряно-ароматических, редких пищевых и кормовых растений, а также видов природной флоры Донбасса. Всего в ДБС были обследованы представители 107 видов травянистых цветковых растений из 40 родов и 12 семейств, и на них был обнаружен 101 вид фитопатогенных микромицетов, представляющих отделы Ascomycota (51 вид) и Basidiomycota (42 вида), а также грибоподобные организмы – Oomycota (8 видов). На основании литературных данных (Desprez-Loustau, 2009; Поликсенова, Храмцов, 2012, 2015) и наблюдений авторов 19 видов (18,8% от общего количества) можно уверенно отнести к категории чужеродных, т.е. не встречавшихся ранее в Донбассе и проникших в регион в результате деятельности человека. К отделу Ascomycota принадлежит 12 видов чужеродных грибов (63%), к отделу Basidiomycota (порядки Pucciniales и Ustilaginales) – 6 видов (31,5%), и 1 вид относится к отделу Oomycota; крупнейшей группой является семейство Erysiphaceae (5 видов) – мучнисторосяные грибы, узкоспециализированные паразиты растений.

подавляющая часть чужеродных видов фитопатогенных грибов облигатно связаны с интродуцированными (культивируемыми) или заносными (дичающими или натурализовавшимися) растениями и, вероятно, были изначально занесены в Донбасс с посадочным материалом. Однако несколько отмеченных видов распространились в ДБС самостоятельно (уже в начале XXI в.), в частности, два патогена аборигенного растения – чистотела большого: *Erysiphe macleayae* и *Peronospora chelidonii*, а также *Puccinia xanthii* на видах *Xanthium*. Анализ нативных ареалов выявленных чужеродных грибов показал, что

преобладают виды североамериканского (50%) и восточноазиатского (36%) происхождения; остальные (14%) имеют средиземноморское или южно-европейское происхождение. Многие чужеродные грибные фитопатогены периодически вызывают эпифитотии в коллекциях ДБС: *Alternaria florigena*, *Coleosporium asterum*, *Entyloma gaillardianum*, *Golovinomyces asterum*, *G. latisporus*, *Puccinia helianthi* и *Ustilago zaeae* – в основном это мучнисторосяные, ржавчинные и головневые грибы, происходящие из Северной Америки.

Таким образом, для чужеродных фитопатогенных грибов на травянистых растениях в ДБС характерны те же особенности, что и в целом для инвазивных микромицетов в ЕС, европейской России и Беларуси (Desprez-Loustau, 2009; Поликсенова, Храмцов, 2012, 2015; Булгаков, Бондаренко-Борисова, 2017): 1) по числу видов преобладают аскомицеты (отдел Ascomycota), в особенности анаморфные виды, а из числа базидиомицетов – однохозяйные ржавчинные грибы; 2) подавляющее большинство фитопатогенов происходит из Северной Америки (Канада, США, Мексика) и Восточной Азии (Китай, Корея, Япония); 3) основной путь проникновения – занос с посадочным материалом, реже – самостоятельное расселение.

ЧУЖЕРОДНЫЕ ФИТОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ: ВАЖНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ И ВОПРОСЫ КЛАССИФИКАЦИИ

Булгаков Т. С.

Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр РАН», г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28
e-mail: fungi-on-don@yandex.ru

Ключевые слова: инвазии, фитопатогены, натурализация, классификация.

FOREIGN PHYTOPATHOGENIC FUNGI: IMPORTANCE OF STUDY AND CLASSIFICATION QUESTIONS

Bulgakov T. S.

Keywords: invasions, phytopathogens, naturalization, classifications.

В настоящее время биологические инвазии и перемещение различных организмов в новые регионы стало неотъемлемой частью воздействия человека на природу и привело к появлению особого направления науки – инвазионной биологии. Хотя при изучении инвазий первоочередное внимание уделяется чужеродным растениям и животным, грибы и грибоподобные организмы подвержены той же закономерности. Особенно значимыми являются перемещения фитопатогенных грибов, распространение которых в новые страны и регионы уже не раз приводило к серьезному экономическому ущербу или тяжелым экологическим последствиям в случае поражения важных сельскохозяйственных или лесобразующих растений (Горленко, 1975; Дьяков, 2015; Булгаков, 2017).

Однако следует констатировать, что изучение чужеродных грибов существенно отстает от изучения чужеродных растений и животных, а инвазионная микология находится в начале своего пути. Например, несмотря на то, что для многих стран Европы и Азии уже составлены списки чужеродных грибов, в первую очередь – патогенов растений, до настоящего времени в микологии так не предложено сколько-либо внятных систем классификации этой группы организмов – наподобие систем, что были разработаны ботаниками для классификации чужеродных растений по времени и способу проникновения и степени натурализации (Черная книга флоры Средней России, 2009). В связи с этим представляется целесообразным создание классификации фитопатогенных грибов и грибоподобных организмов по принципу их аборигенности/чужеродности для микобиоты рассматриваемого региона и степени натурализации, как и введение новых терминов для ассоциированных с растениями

чужеродных грибов по аналогии с применяющимися в ботанике – поскольку распространение фитопатогенных грибов носит во многом схожие закономерности. Основа подобной системы ранее уже была предложена автором (Булгаков, 2020), предложившим разделить все грибы на две базовые группы: 1) автохтономицеты (аборигенные виды) – известные в аборигенной микобиоте и ассоциированные с аборигенными растениями в естественных региональных растительных сообществах; 2) ксеномицеты (чужеродные виды) – ранее неизвестные в аборигенной микобиоте, появление которых в регионе прямо или косвенно вызвано деятельностью человека. В свою очередь, среди ксеномицетов возможно выделить следующие подгруппы по степени их натурализации: 1) псевдоксеномицеты – строго ассоциированы с культивируемыми растениями-интродуцентами, отсутствующими в местной флоре; при прекращении выращивания или гибели питающих растений выпадают из местной микобиоты; 2) параксеномицеты – строго ассоциированы с чужеродными растениями, натурализовавшимися в регионе (агриофитами или эпекофитами), но не способны поражать аборигенные растения; 3) эуксеномицеты – ассоциированы с аборигенными для местной флоры растениями, т. е. это внедрившиеся в местные экосистемы виды.

Разумеется, предложенное деление на группы является достаточно условным и пригодным только по отношению к фитопатогенным грибам из числа биотрофов и узкоспециализированных гембиотрофов и некротрофов, круг растений-хозяев которых ограничен видами одного рода или семейства растений. В случае сапротрофов с обширным спектром субстратов и фитопатогенов с очень широким кругом потенциальных растений-хозяев, например, у большинства дереворазрушающих грибов, данная классификация становится менее актуальной. Тем не менее, предложенная классификация достаточно хорошо отражает степень натурализации видов и степень их воздействия на местные фитоценозы, и может быть расширена и углублена за счет введения новых категорий.

ТОКСИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ГРИБОВ И АДАПТАЦИЯ ФУКОИДОВ-СИМБИОНТОВ К УСЛОВИЯМ ОБИТАНИЯ

Буркин А. А., Кононенко Г. П.

Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН,
г. Москва, Звенигородское шоссе, 5
e-mail: vniivshe@mail.ru

Ключевые слова: макроводоросли, морские лишайники, физиологические и морфологические приспособления.

TOXIC FUNGAL METABOLITES AND ADAPTATIONS OF FUCOID SYMBIONTS TO LIVING CONDITIONS

Burkin A. A., Kononenko G. P.

Keywords: macroalgae, sea lichens, physiological and morphological devises.

Бурые макроводоросли *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis и *Pelvetia canaliculata* (Linnaeus) Descaine *et* Thuret, совместно встречающиеся во флоре прибрежных зон многих ареалов, известны разной адаптацией к среде обитания – однородной водной и гетерогенной водно-воздушной – и сходством в строении талломов, позволяющем считать их морскими лишайниками (Kohlmeyer and Volkmann-Kohlmeyer, 1998; Garbary, 2009). В аутэкологии для выявления физиологических и морфологических приспособлений уже появились примеры их использования как модельных объектов (Eckersley, Garbary, 2007). Исследования в одном

из экотопов Кандалакшского залива Белого моря показали, что состав поверхностной и внутренней микобиоты этих фукоидов существенно варьирует при изменении внешних факторов, в первую очередь, режима затопления и осушения (Бубнова, Киреев, 2009). Позже в талломах из того же экотопа были идентифицированы низкомолекулярные вещества микогенной природы из группы микотоксинов (Буркин и соавт., 2021). Вовлеченность внутренних метаболических процессов с участием ассоциированных грибов в ответных реакциях этих организмов ранее не изучалась. В августе 2022 года сравнительная оценка variability содержания низкомолекулярных вторичных метаболитов проведена на талломах *A. nodosum* и *P. canaliculata*, одномоментно снятых непосредственно с субстрата в 9 локациях участка Карельского побережья Кандалакшского залива с координатами N66.514329° E33.150494° – N66.513878° E33.257161°. Сборы 90 образцов (по 5 из каждой точки) после высушивания в естественных условиях использовали для определения содержания 16 микотоксинов методом непрямого конкурентного иммуноферментного анализа, статистическую обработку проводили с помощью программы Excel.

Согласно полученным данным, изменчивость содержаний, оцененная как отношение коэффициентов вариации, по всему перечню анализируемых веществ у *P. canaliculata* была в 1,1–4,0 раза выше, чем у *A. nodosum*. Это позволяет предполагать, что метаболиты разных структурных групп алициклической, карбоциклической и гетероциклической природы вовлечены в формирование ответных реакций этих организмов на совокупные воздействия внешних факторов. Тенденция к большему варьированию прослеживалась как наиболее устойчивая для эргоалкалоидов и микофеноловой кислоты (в 8-ми точках), дезоксиниваленола, диацетоксисцирпенола, зеараленона – в 7-ми, афлатоксина В1, роридина А, альтернариола и фумонизинов группы В – в 6-ти, и гораздо реже отмечалась для Т-2 токсина – в 4-х. В ряду веществ с наиболее устойчивым признаком самые широкие диапазоны колебаний кратности имели диацетоксисцирпенол – от 1,8 до 17,3 и зеараленон – от 1,0 до 5,2, а у всех остальных метаболитов они были ограничены 2 единицами. Диацетоксисцирпенол и зеараленон давно известны как метаболиты отдельных видов грибов рода *Fusarium*, обитающих в наземных системах, но пока нет возможности высказать какие-либо предположения об источниках их появления в этих фукоидах. У морских микромицетов есть особенности в реализации метаболических путей, и именно с этим во многом связан интерес к ним как к объектам поиска новых физиологически активных соединений. Кроме того, среди ассоциированных микромицетов в растениях представлено огромное многообразие некультивируемых форм, для которых характер взаимодействия и биохимические связи с организмом-хозяином остаются неясными. Таким образом, сравнительное изучение вклада внутреннего микробиома в экологическую пластичность симбионтных организмов, обитающих в водной и воздушной средах, сохраняет высокую актуальность.

ПЫЛЬ КАК ОТДЕЛЬНОЕ МЕСТООБИТАНИЕ ГРИБОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Валяев Д. А.¹, Иванова А. Е.^{1,2}, Прокофьева Т. В.¹, Гончаров Н. В.¹, Умарова А. Б.¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва,
Ленинские горы, 1, стр. 12

²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 33
e-mail: dimamim@list.ru

Ключевые слова: атмосферные выпадения, грибная биомасса, придорожные территории и парки, таксономическое разнообразие.

DUST AS A SEPARATE HABITAT OF FUNGI IN THE URBAN ENVIRONMENT

Valyaev D. A., Ivanova A. E., Prokofieva T. V., Goncharov N. V., Umarova A. B.

Keywords: atmospheric fallout, fungal biomass, crops and parks, taxonomic diversity.

Одним из постоянно присутствующих в городе компонентов окружающей среды является пыль. Формируясь из различных источников, как природных (почва, растения) так и антропогенных (продукты разрушения искусственных материалов), пыль представляет собой сложное гетерогенное органо-минеральное образование, в состав которого входят разнообразные микроорганизмы, в том числе и грибы. Перемещаясь в пространстве на значительные расстояния вместе с циркулирующими потоками воздуха, взвешенные частицы оседают на поверхностях, формируя твердые атмосферные выпадения. Такие седименты имеют высокий потенциал объекта изучения, поскольку представляют собой совершенно новый локус грибного микобиома, отличный по своему видовому составу от грибных сообществ, характерных для каждого из первоначальных компонентов пыли по отдельности.

В работе исследовались образцы пыли и почвы, отобранные на территории ряда городов Европейской части России: Сыктывкара, Москвы, Краснодара и Сочи. Отбор твердых атмосферных выпадений производился в двух функциональных зонах (в зоне рекреации и на придорожной территории) двумя методами: путём смётов и с применением пылесоса-компрессора. Образцы почвы отбирались из верхних горизонтов урбанозёмов. Для образцов был проведен анализ количественного и качественного содержания грибов.

По данным прямой люминесцентной микроскопии (грибные компоненты окрашивались красителем калькофлуором белым), была дана оценка грибной биомассы. Показано, что на количество присутствующих в пыли грибных спор и соотношение их размерных фракций имеет влияние как расположение точки отбора проб в городской черте (придорожные территории и парковые зоны), так и общие природно-климатические условия, характерные для зоны, в которой расположен город. Так, обнаружено, что во всех случаях доля грибной биомассы в составе седиментов выше в пыли придорожных территорий, по сравнению с парковыми территориями. В то же время показано, что содержание грибных спор в образцах пыли, отобранной в Краснодаре значительно выше, чем в пробах Москвы, а при сравнении содержания грибных спор в пыли и почве – большее (до трёхкратного преобладания) число спор обнаруживается в пыли. Данная закономерность характерна для обеих функциональных зон.

Посредством классических культуральных, а также молекулярно-биологических методов была дана оценка таксономическому разнообразию грибов в составе образцов. Показано заметное отличие микобиоты пыли от почвенной. Видовое разнообразие культивируемых микромицетов в составе пыли выше, чем в верхних горизонтах городских почв: показано, что для пыли, отобранной на территориях с высокой техногенной нагрузкой, характерно выявление в доминантах условно-патогенных видов (*Aspergillus* spp. *Penicillium* spp.) и грибов-сахаролитиков (*Mucoromycota*). На парковых территориях выявлено в целом большее разнообразие видов и обнаружены грибы, ассоциированные с живыми растениями или их остатками (*Fusarium* spp.), многие из которых способны к продуцированию меланиновых пигментов (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Curvularia* spp.). В широтно-зональном ряду наибольшее видовое разнообразие культивируемых микромицетов обнаружено в составе седиментов, отобранных на территории г. Сочи (48 видов) и г. Сыктывкар (47 видов), наименьшее – в Москве (22 вида) и Краснодаре (25 видов).

ПРЕДПОЧТЕНИЯ И ИСКЛЮЧЕНИЯ: ОСОБЕННОСТИ СУБСТРАТНОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ КСИЛОТРОФНЫХ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ В ПОЛИДОМИНАНТНОМ ШИРОКОЛИСТВЕННОМ ЛЕСУ

Волобуев С. В.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,
г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2
e-mail: sergvolobuev@binran.ru

Ключевые слова: биоразнообразие, валежные стволы, интегральная оценка.

PREFERENCES AND EXCEPTICUS: PECULIARITIES OF SUBSTRATE CONFINEMENT OF XYLOTROPHIC APHYLLOPHOROID FUNGI IN A POLYDOMINANT BROAD-LEAVED FOREST

Volobuev S. V.

Keyword: biodiversity, deadwood trunks, integral assesment.

Древесный субстрат является одним из ключевых биотических факторов, определяющих развитие конкретных видов ксилотрофных грибов в лесных экосистемах. Таксономическая принадлежность древесной породы, наряду с такими характеристиками, как размер ствола и стадия разложения, прямым образом сопряжены с видовым составом дереворазрушающих грибов и встречаемостью редких, в том числе охраняемых, видов. Особый интерес при выявлении закономерностей расселения и субстратной приуроченности видов ксилотрофных грибов представляют полидоминантные лесные сообщества, где под влиянием одних и тех же значений абиотических факторов (температура, осадки, влажность воздуха) одновременно сосуществуют различные виды деревьев, входящие в состав первого яруса. Эти древесные породы не только выполняют роль эдификаторов лесных фитоценозов, но и формируют трофическую основу для развития дереворазрушающих грибов.

В условиях заповедника «Калужские засеки» (Калужская область, Россия) сохранились уникальные по своему составу, возрасту деревьев и относительно большой территории лесные массивы, которые являются своего рода «референсными территориями» для охраны лесного биоразнообразия и экосистемного управления лесами в подзоне широколиственных лесов. В 2020-2022 гг. на данной территории, включающей участок массового ветровала 2006 г., были проведены исследования сообществ ксилотрофных афиллофороидных грибов. В результате обследования валежных стволов восьми видов деревьев (*Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *Acer platanoides*, *Populus tremula*, *Betula pendula* и *Picea abies*) на пяти стадиях разложения были выявлены плодовые тела 127 видов афиллофороидных грибов, относящихся к 78 родам, 50 семействам, 14 порядкам и 2 классам базидиомицетов.

Максимальное видовое богатство ксилотрофных грибов отмечено на валежных стволах ели, где выявлены плодовые тела 46 видов. На древесине клёна зарегистрировано 38 видов базидиомицетов, на ясене – 24 вида, на осине – 22 вида грибов. На валежных стволах берёзы, вяза, дуба и липы найдено менее 20 видов (для каждой древесной породы).

Наиболее разнообразные субстратные спектры продемонстрировали виды *Botryobasidium isabellinum* (его плодовые тела отмечены на шести видах деревьев), *Fomitopsis pinicola* (на 6), *Fomes fomentarius* (на 5), *Botryobasidium subcoronatum* (на 4), *Ganoderma applanatum* (на 4), *Hydnocristella himantia* (на 4), *Peniophorella praetermissa* (на 4). Из них *Botryobasidium isabellinum*, *B. subcoronatum*, *Fomitopsis pinicola* и *Hydnocristella himantia* обнаружены на валежной древесине как лиственных, так и хвойных (ели) пород.

На основе интегральной оценки среднего обилия и встречаемости видов грибов на обследованных стволах деревьев 14 видов были идентифицированы как индикаторные

(Dufrière, Legendre, 1997). Наибольшее число индикаторных видов установлено для осины (5 видов грибов), включая *Artomyces pyxidatus* и *Phellinus tremula*, и для ели (4 вида). Также индикаторные виды определены для берёзы, вяза и липы.

Выявленные особенности субстратной приуроченности ксилотрофных грибов указывают, с одной стороны, на гетерогенность заселяемых древесных субстратов даже в пределах одного вида дерева, а, с другой стороны, на существенные различия в проявлении межвидовых конкурентных взаимоотношений деревообитающих базидиомицетов в условиях полидоминантного лесного сообщества.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-01063.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И РОЛЬ ГРИБОВ И ГРИБОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ЗООПЛАНКТОНЕ ПРЭСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Воронин Л. В.¹, Жданова С. М.²

¹Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, г. Ярославль, ул. Республиканская, 108/1

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок, 109
e-mail: voroninfungi@mail.ru

Ключевые слова: микопаразиты, сапротрофы, инфекция, питание зоопланктона.

DISTRIBUTION AND ROLE OF FUNGI AND FUNGUS-LIKE ORGANISMS IN ZOOPLANKTON OF FRESHWATER ECOSYSTEMS

Voronin L. V., Zhdanova S. M.

Keywords: mycoparasites, saprotrophs, infection, zooplankton nutrition.

В настоящее время известно немало идентифицированных видов грибов и грибоподобных организмов, паразитирующих на различных беспозвоночных зоопланктерах, но по-видимому, это далеко не полный список: Chytridiomycota – 6, Ascomycota – 2, Oomycota – 19, микроспоридии – 7 видов. Многие из указанных видов зарегистрированы один или незначительное количество раз, далеко не у всех изучены биология, жизненный цикл, экология. Очень мало сведений о причинах эпизоотий, вызываемых грибами и грибоподобными организмами, о месте и значении их в пищевых цепях пресноводных экосистем. Хитридиевые грибы, паразитирующие на беспозвоночных, являются, вероятнее всего, высокоспециализированными паразитами. Наиболее детально изучен *Coelomomyces psorophorae*. Его жизненный цикл включает диплоидную спорообразующую фазу (спороталлус) и гаплоидную гаметообразующую фазу (гаметоталлус). Грибы разнохозяйные, требующие различных хозяев: одна фаза – личинок жгутиковых комаров, другая – копепода. Обе стадии жизненного цикла подвижные. Величина инфекции находится в линейной зависимости от размеров дафний. При этом количество инфицированных хозяев больше, чем неинфицированных. Незрелые дафнии инфицируются редко. Только 0.35% инфицированных дафний содержат яйца, что свидетельствует о влиянии инфекции на размножение хозяина. В мертвых особях в среднем обнаружено 290.9 ± 91.3 спорангия на одного хозяина. Зооспоры при температуре +5°C выходят за 48 часов после гибели хозяина. Через несколько часов подвижности зооспоры теряют жгутик и инцистируются на подходящем субстрате. Иногда зооспоры соединяются попарно, и наличие двужгутиковых спор говорит о том, что изогаметные зооспоры могут сливаться. Более крупные, многожгутиковые стадии наблюдаются очень редко. Уровень инфекции *Daphnia pulex* свободноплавающими зооспорами зависит от разных клонов и возраста дафний, температуры воды, светового режима и солевого состава воды. Инфицированные дафнии

имеют подавленные гонады. Дафнии гибнут за 42 дня инфекции. *Coelomomyces anguillulae* дает высокий уровень инфицирования при pH 8-9, а pH менее 5 предотвращает инфицирование.

Паразитические оомицеты оаспространены по всем континентам, но наиболее известны в умеренных и субтропических поясах. В июле 2019 г. зафиксирована инфекция *Daphnia cucullata* оомицетом *Aphanomyces patersonii* с экстенсивностью инвазии 42% (Воронин, Жданова, 2021). Наиболее были поражены дафнии эпилимниона глубоководных участков озера Плещеево (Ярославская обл.).

Паразитические грибы играют значительную роль в пищевых цепях планктонных организмов. Эксперимент показал, что дафнии, питающиеся крупными диатомовыми водорослями *Asterionella formosa*, инфицированными хитридиомицетом *Zygorhizidium*, имеют значительно большую скорость роста, чем питающиеся неинфицированными диатомеями. В питании кладоцер нами выявлены терригенные микромицеты, конидии которых способны длительное время находиться во взвешенном состоянии в воде. Среди микромицетов присутствуют диаспоры патогенов, однако, в публикациях есть только указание на патогенность этих видов для зоопланктона.

ИЗМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ МИКОДЕСТРУКТОРОВ МАКРОФИТОВ В ГОРОДСКОМ ВОДОЕМЕ (ЯРОСЛАВЛЬ, РОССИЯ)

Воронин Л. В., Чернявская П. А.

Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского,
г. Ярославль, ул. Республиканская, 108/1

e-mail: voroninfunghi@mail.ru

Ключевые слова: микобиота, мезотрофный, эвтрофный, тростник, хвощ.

CHANGES IN MACROPHYTE MYCODESTRUCTOR COMPLEXES IN URBAN WATER BODY (YAROSLAVL, RUSSIA)

Voronin L. V., Chernyavskaya P. A.

Keywords: mycobiota, mesotrophic, eutrophic, reed, horsetail.

Участие грибов и грибоподобных организмов в деструкции макрофитов водных объектов очень значимо, их видовой состав и структура комплексов зависят от многих причин: трофического статуса, минерализации водоема, химического состава растения и др. Подробных исследований проводилось мало, но установлена зависимость микобиоты отмерших макрофитов прежде всего от географического положения, трофического состояния озера, химического состава субстрата. Особого внимания требуют исследования в эвтрофных зарастающих водоемах, подверженных антропогенному влиянию в городской среде. Целью настоящей работы было выяснение распространения, обилия и видового состава микобиоты отмерших макрофитов и сравнение их с данными, полученными нами более двух десятков лет назад. Исследования проводили на малом озере без названия, расположенном в Заволжском районе города Ярославля, на первой надпойменной террасе в заболоченной долине притока Волги – реки Урочь. Начало формирования его сегодняшнего состояния связано с северным торфяным карьером в районе современной ул. Сахарова, когда с 1922 года несколько лет происходила торфодобыча. Осенью 1998 (5 дат) и весной 1999 (4 даты), а затем осенью 2022 и весной 2021 (по 3 даты) годов отбирали погруженные в воду фрагменты тростника обыкновенного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. и хвоща приречного *Equisetum fluviatile* L по 10-30 экземпляров в одном и том же месте у северного берега озера. Фрагменты погруженной мортмассы промывали и помещали в чашки Петри

для получения накопительной культуры. Чашки просматривали периодически от 7 до 30 суток.

За 1998-99 годы зафиксировано 100%-ное заселение грибами и грибоподобными организмами фрагментов тростника. Однако, массового распространения каких-либо видов не наблюдалось (максимум 40%). Выявлено 4 вида оомицетов преимущественно осенью, на отмерших побегах данного года; 7 видов телеоморф аскомицетов весной – в начале лета после перезимовки подо льдом; 6 видов анаморфных форм аскомицетов. На отмерших погруженных побегах хвоща осенью преобладали оомицеты (8 видов) и 3 анаморфы аскомицетов. Весной и в начале лета распространение и разнообразие было меньше: 4 вида оомицетов, 1 аскомицет и 2 анаморфы.

В 2021-22 годах развитие грибов и грибоподобных организмов резко уменьшилось. На тростнике выявлено 3 вида оомицетов, 1 аскомицет и стерильный мицелий (при заселении около 40% фрагментов). Заселение остатков хвоща составляло от 0 до 40%, причем, выявлены только оомицеты. Результаты исследований показали мезо-эвтрофное состояние водоема в конце XX века: небольшое разнообразие видов, причем проявили развитие аскомицеты и оомицеты. Сохранение адаптированных к водной среде аскомицетов выявлено нами ранее при исследовании макрофитов в тундровых и таежных озерах, подверженных антропогенному загрязнению. Показана и относительная устойчивость до определенных пределов к загрязнению оомицетов. В 2021-22 годах микологический анализ выявил усиленное эвтрофирование и антропогенное загрязнение озера, что привело к ингибированию грибов и грибоподобных организмов. Это свидетельствует о переключении процессов деструкции растительных субстратов на бактериальное и накоплению неразложившейся мортмассы в зарастающем озере.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ФАКТОР КАК ОДИН ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЛИФАЗНОГО ПОДХОДА К ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИДОВ *CERCOSPORA* НА СОЕ

Гасич Е. Л., Гомжина М. М., Хлопунова Л. Б.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3
e-mail: elena_gasich@mail.ru

Ключевые слова: церкоспороз сои, идентификация, филогенетический анализ, полифазный подход.

TEMPERATURE FACTOR AS ONE OF THE ELEMENTS OF A POLYPHASIC APPROACH TO THE IDENTIFICATION OF *CERCOSPORA* SPECIES ON SOY

Gasich E. L., Gomzhina M. M., Khlopunova L. B.

Keywords: soybean cercosporosis, identification, phylogenetic analysis, polyphasic approach.

Соя является очень востребованной зернобобовой и масличной культурой, посевные площади под которой в России за последнее десятилетие выросли более чем в два раза и составили около 3.5 млн га. Увеличение доли сои в севооборотах способствует росту инфекционного потенциала возбудителей различных заболеваний, в том числе и возбудителей церкоспорозов. На территории России основным возбудителем церкоспороза сои или округлой серой листовой пятнистости является *Cercospora sojina* Hara. Заболевание широко распространено во всех возделывающих сою регионах, при сильном поражении приводит к значительному снижению всхожести семян и урожайности. Возбудитель формирует хорошо развитое спороношение и его идентификация по морфологическим признакам на гербарном материале и в чистой культуре обычно не вызывает затруднений.

Также на сое в Амурской области, Приморском и Краснодарском краях зарегистрирован пурпурный церкоспороз листьев и семян (Заостровных и др., 2018; Braun, Melnik, 1997; Саенко, 2019). Идентификация возбудителей пурпурного церкоспороза представляет определенные трудности, они плохо спороносят на питательных средах и характеризуются культуральными признаками, сильно варьирующими в зависимости от условий выращивания. Возбудителем пурпурного церкоспороза сои долгое время считался вид *Cercospora kikuchii* (Tak. Matsumoto & Tomoy.) M.W. Gardner. С помощью мультилокусного филогенетического анализа было установлено, что из 7 изолятов, хранящихся в коллекции чистых культур Лаборатории микологии и фитопатологии Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений, выделенных из пурпурно окрашенных семян, только два изолята (из Южной Америки) были отнесены к этому виду. Два изолята из Амурской области и Южной Америки были идентифицированы как *C. cf. sigesbeckiae* и *Cercospora* sp. Q. Три изолята образовали отдельную монофилетичную кладу (*Cercospora* sp. 1), близкородственную *C. alchemillicola* (Гомжина и др., 2022).

Полифазный подход в таксономии грибов предполагает анализ всевозможных доступных признаков (Vandamme et al., 1996; Ганнибал, 2021), в том числе оценку влияния различных абиотических факторов на рост в чистой культуре (Frisvad, Samson, 2004; Houbraeken et al., 2007; Vagra et al., 2010). Изучен рост 7 изолятов *Cercospora* spp. из сои на картофельно-глюкозном агаре при разных температурах: 10, 15, 20, 25, 30 °С.

У изолятов *C. sojina* наибольшая скорость роста отмечена при температуре 20-25 °С (диаметр колоний на 14 сут достигал около 40 мм). При 15 °С скорость роста снижалась в 2 раза, при 30 °С – в 2.7 раза, при 10 °С – более чем в 4 раза. У изолятов *Cercospora* sp. 1 максимальный рост выявлен при 25 °С (диаметр колоний на 14 сутки достигал 66 мм). При 30 °С скорость роста снижалась в 2.4 раза, при 20 °С – в 1.3 раза, при 15 °С – в 2 раза, при 10 °С – в 3.8 раза. У изолята *Cercospora* sp. Q колонии наибольшего диаметра развивались при 25 °С (диаметр колоний на 14 сут достигал 58.8 мм). При 20 и 30 °С скорость роста снижалась в 1.3 раза, при 15 °С – в 2 раза, при 10 °С – более чем в 3.8 раза.

На основании полученных данных можно заключить, что развитию изученных видов благоприятствует умеренно теплая погода, с оптимумом около 25 °С, при прохладной и жаркой погоде их развитие значительно замедляется. *Cercospora* sp. Q является более теплолюбивым видом, при 30 °С скорость его роста снижается в 1.3 раза, тогда как у *Cercospora* sp. 1 и *C. sojina* – в 2.4-2.7 раза.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 19-76-30005).

БИОРАЗНООБРАЗИЕ МИКРОМИЦЕТОВ В ТОРФЯНЫХ БУГРАХ ПУЧЕНИЯ АРКТИКИ

Джалолов И. И.^{1,2}, Литовка Ю. А.^{1,2}, Павлов И. Н.^{1,2}

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г.Красноярск, Академгородок, 50 / 28

²Сибирский государственный университет науки и технологий им. ак. М.Ф. Решетнева,

г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

e-mail: Night_oxen.77@mail.ru

Ключевые слова: арктические штаммы, коллекция чистых культур, мицелиальные формы, психрофильный штамм.

BIODIVERSITY OF MICROMYCETES IN PEAT MOUNDS OF THE ARCTIC

Jalolov I. I., Litovka Yu. A., Pavlov I. N.

Keywords: arctic strains, pure culture collection, mycelial forms, psychrophilic strain

Арктическая микобиота оказывает значительное влияние на формирование и функционирование наземных биоценозов. Грибы продуцируют широкий спектр ферментов и биологически активных веществ, формируют хорошо развитую мицелиальную сеть, способны активно развиваться при низких температурах и принимают непосредственное участие в поддержании стабильности почвенного микробиоценоза. Однако, в условиях глобальных климатических изменений актуальное биоразнообразие и экосистемные функции грибов могут существенно измениться, что требует систематического мониторинга. Кроме того, исследование биоэкологических особенностей микромицетов из экстремальных зон обитания, в том числе психрофильных, открывает возможности их практического применения в качестве биотехнологических продуцентов.

Выделение арктических штаммов грибов проводили из торфяных разрезов в различных позициях микрорельефа торфяного бугра пучения (глубина до 4 м) на северо-западе полуострова Таймыр. Асептически отобранные образцы торфа хранили до момента исследования при температуре -18°C . Выделение грибов осуществляли классическими микологическими методами на селективных средах при $12-14^{\circ}\text{C}$. Идентификацию моноспоровых культур осуществляли по морфолого-культуральным и молекулярно-генетическим признакам (секвенирование участков генетических маркеров ITS и TEF-1 alpha). Ростовые параметры определяли на агаризованных средах в диапазоне температур $12-24^{\circ}\text{C}$.

На текущий момент сформирована коллекция чистых культур арктических штаммов психрофильных грибов, насчитывающая 36 изолятов: 20 изолятов выделены из глубинного слоя (4 м); 16 изолятов – из сезонно-талого слоя; 4 схожих морфолого-культуральных типа было выявлено на двух исследуемых глубинах. Установлено, что биоразнообразие микромицетов в сезонно-талом и глубинном слоях существенно отличается, но таксономическая принадлежность ограничивается филумами Ascomycota и Mucoromycota. Все выделенные культуры являются мицелиальными формами, дрожжевых грибов выявлено не было. Наиболее часто из торфяных образцов выделяли *Pseudogymnoascus pannorum* (Link) Minnis & D.L. Lindner, *Neurospora tetraspora* Dania García, Stchigel & Guarro, *Mortierella bainieri* Costantin, *Coniochaeta* sp., *Patinella* sp, *Mortierella* sp., а также морфологически схожие не идентифицированные виды из таксонов *Helotiales* и *Orbiliaceae*.

Из сезонно-талого слоя бугра пучения выделен быстрорастущий психрофильный штамм *N.tetraspora*, максимальная скорость роста которого *in vitro* при 12°C составила $24,5$ мм/сут; у штамма из глубинного слоя скорость роста была ниже – $15,4$ мм/сут. Ростовые параметры других видов существенно варьировали от $0,1$ до $7,4$ мм/сут. Увеличение температуры до 16°C достоверно не изменяло скорость роста всех исследуемых штаммов, однако ее повышение до 18°C и более существенно замедляло ростовые процессы.

Исследование микобиома в арктических торфяных экосистемах в настоящее время продолжается по нескольким направлениям: выделение новых изолятов с различных глубин и сравнительная характеристика их биологических особенностей; уточнение видового состава трудно идентифицируемых видов; исследование спектра гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов и поиск быстрорастущих психрофильных штаммов, синтезирующих разнообразные биологически активные соединения.

НАКОПЛЕНИЕ РЕДУЦИРУЮЩИХ САХАРОВ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ НА ТВЕРДОМ СУБСТРАТЕ

Злобина Ю. А., Широких А. А.

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, г.
Киров, ул. Ленина, 166а

e-mail: ylechkaaaa@mail.ru, aleshirokikh@yandex.ru

Ключевые слова: сравнительная оценка, убыль биомассы, накопление редуцирующих сахаров, зависимость от вида.

ACCUMULATION OF REDUCING SUGARS IN THE CULTIVATION OF BASIDIAL FUNGI ON A HARD SUBSTRATE

Zlobina Y. A., Shirokikh A. A.

Keywords: comparative evaluation, biomass loss, accumulation of reducing sugars, depends of the species.

Использование базидиальных грибов для разложения древесной щепы, опила, соломы зерновых культур и других лигноцеллюлозных отходов было в центре внимания многочисленных исследований, которые продемонстрировали способность базидиомицетов утилизировать лигнин и целлюлозу, превращая эти субстраты в полезные продукты. Целлюлозный комплекс, входящий в состав субстрата, под действием ферментов базидиальных грибов разлагается до простых сахаров. Поэтому процесс накопления редуцирующих сахаров может служить одним из индикаторов разрушения субстрата и позволяет судить о степени его разложения.

Целью наших исследований являлась сравнительная оценка процесса утилизации твердого лигноцеллюлозного субстрата различными видами базидиомицетов с использованием двух показателей – убыли биомассы и накопления редуцирующих сахаров. В эксперименте были использованы штаммы базидиальных грибов: *Flammulina velutipes* D19, *Hericium erinaceus* БП16, *Schizophyllum commune* EO22 из коллекции ФАНЦ Северо-Востока.

Для культивирования грибов готовили композитный субстрат, состоящий из дубовых опилок, зерновых отходов овса и соломы в соотношении 1:3:6. Субстрат запаривали на 12 часов горячей водой, доводя его влажность до 75%. Затем субстрат помещали в стеклянные емкости (0,5 л) по 80 г в каждую. Емкости укупоривали алюминиевой фольгой и автоклавировали при 1 атм в течение 25 минут. Грибы выращивали в чашках Петри на солодовом агаре и пробочным сверлом (диаметром 10 мм) вырезали из газонов агаровые блоки с мицелием. Блоки помещали на поверхность стерильного субстрата из расчёта 1 блок на банку. Повторность в опыте – 3-кратная. Емкости с инокулированным субстратом культивировали при 20°C. Определение концентрации редуцирующих сахаров с использованием DNS-реактива осуществляли на 40 сутки, экстрагируя их водой из субстрата, согласно методике (Gros, 2010). Убыль субстрата определяли гравиметрическим методом после его высушивания до постоянного веса.

В результате установлено, что при культивировании базидиомицетов редуцирующие сахара в субстрате накапливались в различных количествах в зависимости от вида гриба. Наибольшее количество редуцирующих сахаров было накоплено в варианте с *H. erinaceus* – 4,5 мг/мл, или 5,6% от массы субстрата в банке. После культивирования *S. commune* содержание редуцирующих сахаров составило 2,4 мг/мл – 3% от массы субстрата, после культивирования *F. velutipes* – 2,2 мг/мл – 2,7% от массы субстрата, что значительно ниже, чем после культивирования *H. erinaceus*.

Во всех вариантах опыта определяли также убыль сухой массы субстрата. Наибольшей деградации за период наблюдений подвергся субстрат при культивировании *H. erinaceus* – биомасса субстрата уменьшилась на 51%. В результате культивирования грибов *S. commune* и *F. velutipes* убыль субстрата составила 45 и 49% соответственно. Сопоставление этих данных с содержанием в субстрате редуцирующих сахаров говорит о том, что оба показателя указывают на более эффективную утилизацию лигноцеллюлозных отходов грибом *H. erinaceus*, чем видами *S. commune* и *F. velutipes* в сходных условиях.

Таким образом, в работе экспериментально показано, что максимальной среди исследованных грибов убыли субстрата (51%) соответствовало наибольшее накопление в субстрате редуцирующих сахаров (5,6%) при культивировании *H. erinaceus* БП16. Существенной разницы между *S. commune* и *F. velutipes* по активности разрушения лигноцеллюлозного субстрата в период наблюдений не выявлено.

СТЕНОТОПНЫЕ ВИДЫ АГАРИКОМИЦЕТОВ (AGARICOMYCETES) И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОХРАНЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Иванов А. И.

Пензенский Государственный Аграрный университет,
г. Пенза, ул. Ботаническая, 30
e-mail: rcgekim@mail.ru

Ключевые слова: базофильные виды, карбонатные породы, неморальная микобиота, ассоциация со сфагновыми мхами, охрана.

STENOTOPIC SPECIES OF AGARICOMYCETES AND PROBLEMS OF THEIR PROTECTION IN THE PENZA REGION

Ivanov A. I.

Keywords: basophilic species, carbonate rocks, nemoral mycobiota, association with sphagnum mosses, conservation.

Изучение и охрана грибов, относящихся к классу агарикомицетов, это важнейшая составляющая проблемы сохранения биоразнообразия планеты. Для сохранения видового богатства грибов рассматриваемой группы необходимы эффективные, практически реализуемые методы охраны редких видов. В первую очередь это касается стенотопных видов, которые узко специализированны в отношении пригодных для их развития экотопов.

Как показал анализ расселения редких стенотопных видов агарикомицетов в условиях Пензенской области, местообитаниям многих из них существует реальная угроза. Среди них в первую очередь заслуживают внимания базофильные виды, образующие микоризы с дубом и его спутниками только в местах выхода на поверхность карбонатных пород: мелов, мергелей и т.п. Это *Amanita strobiliformis* (Paulet. ex Vittad) Bertil., *Cortinarius psittacinus* M.M. Moser и др. Реальной угрозой для их местообитаниям может быть увеличение объемов добычи карбонатных пород в качестве цементного сырья в связи с постройкой в регионе предприятий соответствующего профиля. Базофильные виды встречаются также в условиях пойм, где источником карбонатов являются залегающие близко к поверхности насыщенные соединениями Са грунтовые воды. Пойменные дубравы, приуроченные к подобным местообитаниям, в бассейне р. Волги и ее притоков, в частности р. Суры, являются рефугиумами неморальной микобиоты. Они находятся на восточной границе распространения составляющих её видов, таких как *Calonaris odoratus* (Jogvet ex M.M. Moser) Niskanen et Liimat., *Hemileccinum depilatum* (Redeuilh) Šutara и др. Угроза их местообитаниям связана с постройкой гидротехнических сооружений и нарушением гидрологического режима

пойм. Эта угроза, а также ослабление фактора весеннего половодья, связанного с климатическими изменениями, делает также уязвимыми виды, обитающие в прирусловой пойме в условиях песчаных кос и островов, например, *Cortinarius urbicus* (Fr.)Fr., *Inocybe serotina* Peck. и др.

В условиях лесостепной зоны сфагновые болота находятся на южной границе своего ареала. Из-за часто повторяющихся засух они страдают от пожаров. В связи с этим в аномально жаркие годы теряются значительные площади, занимаемые этими сообществами. Соответственно уязвимыми оказываются виды агарикомицетов ассоциированные со сфагновыми мхами: *Galerina paludosa* (Fr.) Kühner и *G. sphagnum* (Fr.) Kühner и др.

Первым этапом охраны стенотопных видов агарикомицетов является их приоритетное включение в региональные Красные книги. Это даёт основание для охраны их местообитаний в системе особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального значения. Местам сосредоточения большого количества редких стенотопных видов агарикомицетов, согласно существующей нормативной базе (Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 N 33-ФЗ.), может быть присвоен статус памятников природы регионального значения. Подобный опыт реализован нами в Пензенской области. Для охраны стенотопных базофильных видов созданы памятники природы регионального значения «Бурчихинские склоны» и «Пойменная дубрава», а для охраны агарикомицетов, обитателей песчаных кос и островов «Участок русла р. Суры». Описанный правовой механизм позволит сохранить в неприкосновенности местообитания редких стенотопных видов агарикомицетов и создать всероссийскую сеть ООПТ микологической направленности, которая будет реальной мерой охраны грибов в масштабе нашей страны. Наиболее богатым редкими видами, в первую очередь планируемыми к включению во второе издание в Красной книги РФ, участкам, согласно с существующей нормативной базой, может быть присвоен статус памятников природы федерального значения. Они могут рассматриваться как ключевые микологические территории, по аналогии с детально разработанным ботаниками понятием категории ключевой ботанической территории. (Important Plant Areas).

ОСОБЕННОСТИ ЭПИФИТНОЙ ЛИХЕНОБИОТЫ САМУРСКОГО ЛЕСА (НИЗМЕННЫЙ ДАГЕСТАН)

Исмаилов А. Б.

Горный ботанический сад ОП ДФИЦ РАН, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45
e-mail: i.aziz@mail.ru

Ключевые слова: умеренно-субтропический, лиановый, накипные, листоватые, кустистые.

FEATURES OF EPIPHYTA LICHENOBIOTA SAMUR FOREST (LOWLAND DAGESTAN)

Ismailov A. B.

Keywords: temperate subtropical, liana, scum, leafy, bushy.

Леса Дагестана занимают около 7% от площади региона, что значительно меньше, чем в других районах Северного Кавказа. Но здесь произрастают различные типы лесов, характерные для Кавказа.

В низменной части Дагестана, вдоль берегов рек, сосредоточены небольшие лесные массивы с доминированием *Populus alba*, *P. nigra*, *Quercus robur*. Среди них выделяется Самурский лиановый лес. Теплый и влажный климат в дельте реки Самур способствовал формированию здесь лесов умеренно-субтропического типа. Характерной особенностью

Самурского леса являются лианы, которых насчитывается 15 видов (*Clematis orientalis*, *C. vitalba*, *Hedera pastuchowii*, *Humulus lupulus*, *Lonicera caprifolium*, *Periploca graeca*, *Smilax excelsa*, *Vitis sylvestris* и др.). Основными лесобразующими породами являются *Carpinus betulus*, *Populus nigra* и *Quercus robur*.

Исследования проводились в широколиственных сообществах формации *Carpineta betulus* и *Querceta robur*. Наибольшие площади приходятся на формацию *Carpineta betulus*, где преобладают ассоциации *Carpinetum lianoso-compositum* и *Carpinetum euphorbosum*. Обе ассоциации характеризуются сложным составом древостоя с доминированием *Carpinus betulus*, и высокой сомкнутостью древесного яруса – 90–95%.

По всем изученным показателям эпифитная лишенобиота Самурского леса представляется обособленной от горных лесов Дагестана, где исследования были проведены ранее. Это можно объяснить естественными орографическими барьерами и значительными различиями условий среды.

В таксономическом составе отличия прослеживаются по наличию в ядре лишенофлоры видов из класса Arthoniomycetes (например, виды семейств *Arthoniaceae*, *Lecanographaceae*, *Roccellaceae*) и числу специфичных видов (29) и родов (24). Вносит различия и высокая доля теплолюбивых видов с водорослью *Trentepohlia* (27,8%), обладающих приокеаническим распространением. Такие виды наибольшего разнообразия достигают в низменных пойменных лесах, что связано с требовательностью к более стабильным условиям по температуре и влажности. Их доля уменьшается с увеличением высоты над уровнем моря.

Отмечено также преобладание накипных лишайников, образующих споры, над кустистыми и листоватыми видами (доля макролишайников – 20%) с вегетативными пропедулами. Фактор нарушенности сообществ в совокупности с низкой освещенностью под пологом густого широколиственного леса, негативно влияют на произрастание здесь макролишайников, вследствие чего их общее разнообразие низкое. В свою очередь, преобладание у видов спороношений (75% от видового состава) также может свидетельствовать о нарушенности изученных сообществ, так как высокая доля видов с вегетативными пропедулами характерна в целом более стабильным местообитаниям.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00335, <https://rscf.ru/project/23-24-00335/>

INONOTUS OBLIQUUS В КОЛЛЕКЦИИ ШТАММОВ ГРИБОВ ИНСТИТУТА ЛЕСА НАН БЕЛАРУСИ

Коваленко С. А., Маховик И. В., Бордок И. В., Велюгина А. С.
Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71
e-mail: snejana.kovalenko@mail.ru, makhavik@gmail.com

Ключевые слова: гриб чага, морфолого-культуральные особенности, штаммы, изоляты.

INONOTUS OBLIQUUS IN THE COLLECTION OF FUNGAL STRAINS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

Kovalenko S. A., Makhovik I. V., Bordok I. V., Velyugina A. S.

Keywords: chaga mushroom, morphological and cultural features, strains, isolates.

Во всем мире возрастает интерес к разработке лекарственных препаратов на основе природных соединений. Одним из перспективных источников получения лекарственных препаратов является гриб чага. Поскольку запасы природной чаги стремительно падают, практический интерес для биотехнологии представляют штаммы, выделенные из склероциев (наростов) чаги в культуру.

Изучение морфолого-культуральных особенностей роста колоний изолятов грибов на различных питательных средах является базовым этапом введения вида в культуру. Такие исследования помогают подобрать субстраты, позволяющие обеспечить более высокие показатели роста, выявить высокопродуктивные штаммы, установить зависимость роста грибов от условий выращивания.

Целью наших исследований являлось выделение из природной чаги новых штаммов, изучение их морфолого-культуральных особенностей в культуре. Объектами исследований являлись чистые культуры 51 штамма и изолята *I. obliquus*, жизнеспособность которых поддерживается в коллекции штаммов грибов Института леса НАН Беларуси (FIB).

Выделение чистой культуры из склероциев *I. obliquus* выполнялось тканевым методом. Культивирование проводили на сусло-агаровой питательной среде (САС) в трехкратной повторности (4°Б, рН 6,5). Культуры инкубировали в термостате при температуре 25 °С. Систематически проводили наблюдения и измеряли линейную скорость роста культур на 3, 5, 7, 10, 12, 14 сутки. Описание макроморфологических показателей, характеризующих рост каждого штамма, осуществляли по общепризнанным методикам, разработанным для исследования высших базидиальных грибов (Stalpers, 1978). Определение параметров роста, ростовых коэффициентов штаммов выполнено согласно методике, описанной А.С. Бухало (1988). Хранение выделенных культур осуществляется на скошенной агаризованной питательной среде в пробирках биологических при температуре 4 °С посредством ежегодных пересевов. На 2-е сутки выращивания *I. obliquus* на САС наблюдался рост мицелия белого цвета. Затем мицелий *I. obliquus* формировал плотные пушистые войлочные колонии с концентрическими кругами, высотой 2-3 мм. У многих штаммов в центральной части колонии на 5-7 сутки роста появлялся желтый оттенок. В ходе дальнейшего роста колонии приобретали коричневую окраску, обусловленную коричневым пигментом меланиновой природы. Реверзум начинал темнеть на 7-10 сутки. Внешняя линия колонии в большинстве случаев гладкая с прижатым краем. Штамм FIB-553, в отличие от остальных, заложенных на хранение изолятов, на САС формирует войлочную колонию белого цвета, реверзум неизменный, с возрастом цвет колонии не меняется. Линейная скорость роста мицелия исследуемых штаммов на 10 сутки инкубации колебалась от 1,9 до 4,2 мм/сутки, ростовой коэффициент – 16,5-83,4. Полное зарастание чашки Петри наблюдалось у большинства штаммов на 10-14 сутки инкубации. Отличительной особенностью изолятов FIB-543 и FIB-544 является раннее формирование крупных зачатков плодовых тел при относительно низкой скорости роста колоний.

Все коллекционные штаммы прошли видовую идентификацию с использованием молекулярно-генетических методов: секвенирования рибосомального оперона ядерной ДНК базидиальных грибов (типировка вида основывается на анализе нуклеотидной структуры ампликонов 18SRNA-ITS1-5,8SRNA-ITS2-28S региона рДНК) в лаборатории геномных исследований и биоинформатики Института леса НАН Беларуси. Видовую идентификацию проводили путем сравнения полученной нуклеотидной последовательности с депонентами генного банка NCBI (США). При этом сиквенсы FIB-555 и FIB-558 существенно отличаются от остальных, заложенных на ответственное хранение штаммов *I. obliquus*.

О РАЗНООБРАЗИИ МИКОБИОТЫ ПЕТРОПАВЛОВСКОГО ПАРКА (Г. ЯРОСЛАВЛЬ)

Кондакова Г. В., Лошаков В. П.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, г. Ярославль, пр.
Матросова, 9

e-mail: gykondakova@mail.ru

Ключевые слова: старый парк, встречаемость грибов, разнообразие, влияние факторов.

ON THE DIVERSITY OF MYCOBIOTA OF THE PETROPAVLOVSK PARK (YAROSLAVL)

Kondakova G. V., Loshakov V. P.

Keywords: old park, fungal occurrence, variety, influence of factors.

На территории Ярославской области (ЯО) микологические исследования проводятся со второй половины 19 в., однако в микологическом отношении регион исследован далеко не полностью. В связи с этим, изучение биоразнообразия грибов ЯО по-прежнему является актуальным. Потенциальными объектами новых находок могут быть городские старые парки, одним из которых является Петропавловский парк (ПП), расположенный в Краснопереконском районе, в промышленной зоне г. Ярославля. Это старейший парк петровской эпохи, основу зелёной зоны которого составляют вековые дубы, липы, клёны и тополя. Самые молодые насаждения – вязы, ясени, берёзы, по берегам прудов ивы, встречаются хвойные породы. Парк круглогодично используется населением для отдыха и занятий спортом, однако находится в заброшенном состоянии, санитарная прочистка не проводится, нарушена гидрология прудов, происходит подтопление и заболачивание территории, что ведёт к выпадению древостоя и накоплению валежа, зарастанию кустарником. Целью данной работы было изучение разнообразия микобиоты ПП.

Сбор материала проводили маршрутным методом в разные сезоны (весна, лето, осень) 2021 г., обследовали различные субстраты: живые деревья, валеж, пни, почву, подстилку. Камеральную обработку собранных образцов осуществляли с помощью общепринятых методик, для оценки встречаемости грибов использовали модифицированную шкалу Гааса в баллах: 1 – только в одном месте (одиночно или группой), 2 – очень рассеянно, 3 – неравномерно, рассеянно, 4 – всюду часто.

За период исследования собрано 82 образца, выявлено 33 вида из отделов Ascomycota (2 вида, 2 рода, 1 семейство) и Basidiomycota (31 вид из 27 родов и 17 семейств). Среди выявленных видов наибольшую долю (более 94%) составили дереворазрушающие грибы – ксилосапротрофы и ксилопаразиты. К ним относятся представители таких семейств, как Helotiaceae (5,5%), Crepidotaceae (2,8%), Cyphellaceae (2,8%), Dacrymycetaceae (2,8%), Fomitopsidaceae (5,5%), Hymenochaetaceae (2,8%), Meruliaceae (2,8%), Phanerochaetaceae (2,8%), Polyporaceae (22,2%), Schizophyllaceae (2,8%), Stereaceae (2,8%), Strophariaceae (5,5%) и некоторые другие. Преобладание группы ксилотрофов связано, прежде всего, с захлаплением парка валежной древесиной и ослаблением древостоя в результате повреждения стволов и обламывания веток при рекреационном использовании территории ПП. Нельзя также исключить воздействие на состояние древостоя поллютантов от автотранспорта и проходящей рядом железной дороги. Преобладающим субстратом, заселяемым грибами, являлась мёртвая древесина – пни, валежник, погребённая древесина; из живого древостоя наиболее подверженными поражению грибами оказались берёзы, липы и ивы. Среди обнаруженных видов выявлены так называемые синантропные виды грибов, для которых деятельность человека является положительным фактором. К ним относятся, в частности, *Fomes fomentarius* (L.) Fr. (встречаемость 4 балла), *Fomitopsis betulina* (Bull.) B.K.

Cui, M.L. Han & Y.C. Dai (4 б.), *Phellinus igniarius* (L.) Quél. (3 б.), *Schizophyllum commune* Fr. (2 б.). Отмечен низкий процент почвенных сапротрофов и симбиотрофов (по 2,8%), что является результатом рекреационного воздействия на почву (вытаптывание, разведение костров, скопление мусора).

Следует отметить также, что идентифицированные виды из отд. Ascomycota ранее не упоминались для ЯО, что расширяет сведения о разнообразии микобиоты области.

МИКОКОМПЛЕКСЫ НА ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ СУБСТРАТАХ В ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

Копытина Н. И.¹, Бочарова Е. А.²

¹Институт биологии внутренних вод имени И.Д. Папанина РАН, Ярославская обл.,
Некоузский р-н, п. Борок, 109

²Федеральный исследовательский центр Институт биологии южных морей имени А.О.
Ковалевского РАН, г. Севастополь, ул. Катерная, 47
e-mail: kopytina_n@mail.ru, bea.medik@mail.ru

Ключевые слова: лигнофильные грибы, облигатно и факультативно морские грибы, древесный плавник.

FUNGAL COMPLEXES ON CELLULOSE-CONTAINING SUBSTRATES IN DEEP- WATER AREAS OF THE BLACK SEA

Kopytina N. I., Bocharova E. A.

Keywords: lignophilic fungi, obligate and facultative marine fungi, driftwood.

В настоящее время в морской микологии особое внимание уделяется грибам, имеющим в своем развитии родство к целлюлозосодержащим субстратам. Древесину используют в качестве искусственных приманок для выделения грибов из морских водоемов. Морские лигнофильные (lignicolous) грибы вызывают разложение древесины – мягкую гниль (термин «мягкая гниль» означает разложение погруженных в воду, одревесневших частей растения до мягкого состояния под воздействием грибов и бактерий). Пристальное внимание исследователей привлекают фрагменты дрейфующей древесины (плавник), собранные на побережье различных районов Мирового океана. Количество публикаций по этой теме превосходит количество сообщений по всем другим целлюлозным субстратам, таким как морские водоросли, мангры и растения маршей. Однако сообщений о видовом составе микромицетов на субстратах, выловленных непосредственно в открытых водах морей, немного. В Чёрном море, подобные исследования осуществлены впервые.

Отбор фрагментов древесного плавника был выполнен во время рейсов научно-исследовательского судна «Профессор Водяницкий»: в прибрежных и глубоководных районах черноморского сектора полуострова Крым в рейсах № 87 (30 июня – 19 июля 2016 г.), № 95 (14 июня – 4 июля 2017 г.), № 98 (14 – 28 ноября 2017 г.), № 101 (14 – 28 декабря 2017 г.); в рейсе № 92 (9 – 15 декабря 2016 г.) пробы взяты у побережья Абхазии. Владелец судна ФГБУН Института морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН, г. Севастополь. Исследования проведены на 45 станциях, в общей сложности просмотрено 460 фрагментов древесного плавника. Субстраты помещали в чашки Петри в стерильную морскую воду и доращивали грибы до образования генеративных структур. Микромицеты идентифицировали по особенностям строения этих структур.

Идентифицировано 22 вида грибов, принадлежащих к отделу Ascomycota, 1 вид – к Basidiomycota, 3 вида грибов объединили в группу неопределенных (*Fungi* spp.). В видовом составе преобладали облигатно морские грибы (15). Наибольшая частота встречаемости

отмечена для широко распространенных в Чёрном море и Мировом океане видов: *Ceriosporopsis halima* Linder 1944 (55,6 %), *Corollospora maritima* Werderm. 1922 (51,1 %), *Halosphaeriopsis mediosetigera* (Cribb & J.W. Cribb) T.W. Johnson 1958 (51,1 %) и *Corollospora trifurcata* (Höhnk) Kohlm. 1962 (48,9 %). Обнаружены виды грибов *Clavariopsis bulbosa* Anastasiou 1962 и *Emericellopsis maritima* Belyakova 1970, которые очень редко отмечаются в прибрежной зоне полуострова Крым и северо-западной части моря (побережье Украины). Также зарегистрированы виды грибов, встречающиеся и в наземных экосистемах *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. 1912, *A. chlamydospora* Mouch 1973, *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire 1933, *Chaetomium* sp., *Fusarium* sp., *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes 1958 и другие.

Работа выполнена в рамках государственных заданий Института биологии внутренних вод имени И.Д. Папанина РАН № 121051100102-2 и ФИЦ ИнБЮМ РАН № 121030300149-0.

МИКРОБНАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА В РЕКЕ ВОЛГА НА УЧАСТКЕ УГЛИЧ – КРАСНЫЙ ПРОФИНТЕРН (ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Копытина Н. И., Рыбакова И. В.

Институт биологии внутренних вод имени И.Д. Папанина РАН, Ярославская обл.,
Некоузский р-н, п. Борок, 109
e-mail: kopytina_n@mail.ru

Ключевые слова: бактериопланктон, микопланктон, численность и биомасса микроорганизмов, качество воды.

MICROBIAL ABUNDANCE AND BIOMASS IN THE VOLGA RIVER IN THE UGLICH – KRASNY PROFINTERN SECTION (YAROSLAVL REGION)

Kopytina N. I., Rybakova I. V.

Keywords: bacterioplankton, mycoplankton, microorganisms number and biomass, water quality.

Прямой метод учета микроорганизмов с помощью люминесцентной микроскопии в воде и почве позволяет более точно установить реальную численность, биомассу и структуру сообществ по этим показателям. В августе 2021 г. проведены исследования микроорганизмов (бактерио- и микопланктона) в русловой части реки р. Волга на участке от г. Углич до пос. Красный Профинтерн (Ярославская область). Пробы воды отобраны на 28 станциях с глубины 0,3 м. Численность и биомассу микроорганизмов определяли методом подсчета клеток в люминесцентном микроскопе на ядерных фильтрах с применением красителей DAPI (для бактерий) и калькофлуора белого (для грибов).

Цель работы. Выявить закономерности распределения общей микробной численности и биомассы, а также её структуры по группам станций, объединенных по характеру антропогенной нагрузки: выше станций водозабора, в районах водозабора, напротив населенных пунктов (НП), нижних границах населенных пунктов, в 5 км ниже населенных пунктов, в 10 км ниже населенных пунктов.

Средняя общая микробная численность по группам станций изменялась от $6,2 \cdot 10^9$ (выше водозабора) до $8,0 \cdot 10^9$ кл./л (10 км ниже НП). Во всех группах численность бактерий превосходила грибную в 245 (НС) – 1311 раз (10 км ниже НП), поэтому, практически вся численность была обусловлена клетками бактерий – от 99,6 (район НП и 5 км ниже НП) до 99,9% (10 км ниже НП и станции водозабора). Наибольшие средние значения численности грибов выявлены в группах станций расположенных выше водозабора – $15,0 \cdot 10^6$; на 5 км ниже НП – $29,9 \cdot 10^6$; в районах НС – $30,2 \cdot 10^6$.

В распределении общей биомассы микроорганизмов отмечены 3 пика высоких средних значений: напротив населенных пунктов – 9,9; выше станций водозабора – 11,7; максимальное на 5 км ниже НС – 18,7 мкг/л, на тех группах станций, где зафиксированы пики численности грибов. В структуре биомассы доля бактерий сильно изменялась, особенно в группах станций на 5 км ниже НП – 21,2; выше водозаборов – 33,9; напротив НП – 56,6%. Следовательно, на перечисленных участках реки, повышается функциональная активность грибов. Коэффициент корреляции, вычисленный между биомассой бактерий и грибов, по группам станций соответствовал -0,77, что свидетельствует о разных условиях среды, благоприятных для развития этих групп микроорганизмов.

Исследования показали, что в зависимости от характера антропогенной нагрузки на экосистему реки, структура общей микробной биомассы способна сильно изменяться, а грибная компонента биомассы может существенно превосходить бактериальную.

Работа выполнена в рамках государственных заданий Института биологии внутренних вод имени И.Д. Папанина РАН № 121051100102-2.

ПОИСК МЕХАНИЗМОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УСТОЙЧИВОСТЬ ШТАММОВ *ASPERGILLUS NIGER* К ВЫСОКИМ ДОЗАМ ОБЛУЧЕНИЯ

Крючкова М. О.^{1,2}, Иванова А. Е.^{2,3}, Данилова О. А.⁴, Терешина В. М.⁴

¹Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрябина, г. Пущино, проспект Науки, 5

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12

³Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва, Ленинский проспект, 33

⁴Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского, ФИЦ биотехнологии РАН, г. Москва, просп. 60-летия Октября, 7, корп. 2
e-mail: margo_kruchkova@mail.ru

Ключевые слова: окислительный стресс, антиоксидантная защита, облученные и необлученные штаммы, скорость роста, устойчивость.

SEARCH FOR MECHANISMS THAT DETERMINE THE RESISTANCE OF *ASPERGILLUS NIGER* STRAINS TO HIGH DOSES OF RADIATION

Kryuchkova M. O., Ivanova A. E., Danilova O. A., Tereshina V. M.

Keywords: oxidative stress, antioxidant protection, irradiated and non-irradiated strains, growth rate, resistance.

Aspergillus niger van Tieghem 1867 - это широко распространенный, эвритопный вид, известный своей устойчивостью к разнообразным, в том числе, экстремальным экологическим воздействиям [1].

Источники ионизирующего излучения бывают природного и антропогенного характера. Различные виды излучений встречаются и в космическом пространстве. При длительном (миллионы лет) экспонировании в таких условиях живые организмы получают высокие накопительные дозы облучения (сотни кГр). Воздействие ионизирующим излучением вызывает в клетке окислительный стресс - избыток активных форм кислорода (супероксид $O_2^{\cdot-}$, перекись водорода H_2O_2 , гидроксильный радикал HO^{\cdot} и др.), повреждающих белки, нуклеиновые кислоты и клеточные мембраны [2]. Антиоксидантная защита у микроорганизмов включает ферментативную и неферментативную системы, которые либо обезвреживают активные формы кислорода, либо устраняют вызванные ими

повреждения [3]. Ферментные системы включают супероксиддисмутазу (СОД), каталазу, глутатионредуктазу и несколько пероксидаз. Неферментативные системы представлены витаминами С и Е, глутатионом и низкомолекулярными антиоксидантами (трегалоза, гликоген у *Aspergillus niger*) [4].

Объектами данного исследования были штаммы *Aspergillus niger*, выделенные из необлученных и облученных γ - лучами (0,1 и 1 МГр) образцов пустынных почв. В необлученных образцах данный вид был минорным компонентом сообщества, а в облученных – доминировал.

Анализировали особенности роста грибных колоний на агаризованной минеральной питательной среде Чапека при разном содержании органического вещества (глюкозы – 0-10 %), при разных температурах (5-65°C) и влажности ($a_w = 0,7-0,95$). Определяли состав сахаров и полиолов в мицелии.

Отмечено возрастание скорости роста, увеличение устойчивости к низким значениям температуры и влажности, расширение оптимального для роста диапазона температуры и влажности штамма, выделенного из почвы после облучения дозой в 0,1 МГр. Для штамма, выделенного из почвы после облучения дозой в 1 МГр, регистрировали сужение оптимального для роста диапазона влажности и расширение диапазона температуры. В мицелии всех штаммов среди растворимых сахаров и полиолов преобладал маннит (8-9% от сухого веса). По литературным данным известно, что высокая концентрация маннита способствует выживанию грибных спор [4]. В работе обсуждаются механизмы устойчивости.

Список литературы

1. Domsch K.H., Gams W., Anderson T.H. 1980. Compendium of soil fungi. P.672.
2. Storz G., Imlay J. A. 1999. Oxidative stress. Current Opinion in Microbiology. 2(2): 188-194.
3. Abrashev R.I., Pashova S.B., Stefanova L.N. et al. 2008. Heat-shock-induced oxidative stress and antioxidant response in *Aspergillus niger* 26. Canadian Journal of Microbiology. 54(12): 977-983.
4. Ruijter G.J.G., Bax M., Patel H. et al. 2003. Mannitol Is Required for Stress Tolerance in *Aspergillus niger* Conidiospores. Eukaryotic Cell. 2(4): 690-698.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ ДОННЫХ ГРУНТОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Кураков А. В., Федорова М. Д.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва,

Ленинские горы, 1, стр. 12

e-mail: kurakov57@mail.ru

Ключевые слова: аэробные и анаэробные посе́вы, метабаркодинг, разнообразие, экотопы.

SPECIES DIVERSITY OF FUNGI OF BOTTOM SOIL OF LAKE BAIKAL

Kurakov A. V., Fedorova V. D.

Keywords: aerobic and anaerobic cultures, metabarcoding, diversity, ecotopes.

Роль грибов в пресноводных экосистемах разнообразна и важна для их функционирования. Среди них есть активные редуценты органических субстратов, патогены и симбионты животных, высших растений и водорослей. Вместе с тем, микобиота многих озер России, в том числе крупнейшего, пресноводного озера Байкал, слабо изучена. Знание состава грибов в донных грунтах Байкала необходимый этап выяснения их роли в этом

уникальном озере, создания коллекций штаммов для выявления новых продуцентов соединений для биотехнологий и медицины. Целью работы было определение видового разнообразия грибов в донных грунтах, отобранных с различных глубин озера Байкал.

Использовали культуральные подходы и метод метабаркодинга. Образцы отбирали в диапазоне глубин от 9 до 1200 м во время экспедиций Лимнологического института СО РАН. Грибы выделяли из свежих образцов или после их непродолжительного хранения при +5 °С посевом мелкозема грунта на сусло-агар, Сабуро с антибиотиками и инкубировали в аэробных и анаэробных условиях при +7 °С. Грибы изолировали также с субстратов-приманок (стерильные опилки, фильтровальная бумага, крахмал и агар-агар) в лаборатории. Штаммы идентифицировали по морфолого-культуральным признакам и молекулярно-генетически (ITS участку). Метагеномный анализ ДНК из грунтов провели методом высокопроизводительного секвенирования по ITS1 и ITS2 участкам рДНК.

76 и 16 видов выделено из грунтов в аэробных и анаэробных посевах, 9 видов одновременно обоими приемами. На субстратах-приманках в грунтах выявлено 15 видов, из них 10 видов не обнаружено в посевах. Всего изолировали 93 вида из 49 родов, 19 порядков, 9 классов и 4 отделов – Ascomycota, Basidiomycota, Mortierellomycota, Mucoromycota.

Методом метабаркодинга в этих же образцах грунтов обнаружено значительно большее разнообразие грибов – 206 видов 154 родов 50 порядков 21 класса из 6 отделов – Ascomycota, Basidiomycota, Mortierellomycota, Mucoromycota, Glomeromycota, Chytridiomycota. Rozellomycota и Aphelidiomycota не были идентифицированы до вида или рода. Всего 13 видов установлено обоими подходами. По данным культуральных методов и метабаркодинга на всех глубинах значительно преобладают аскомицеты, но их таксоны могли быть разными. Согласно метабаркодингу на всех глубинах преобладают виды класса Sordariomycetes порядка Нуростреалес, по данным посевов такая картина на глубинах до 178 м, для более глубоких грунтов характерны грибы классов Dothideomycetes, Leotiomycetes и Tremellomycetes порядков Pleosporales, Dothideales, Thelebolales и Tremellales.

Итак, в донных грунтах о. Байкал выявлено 286 видов грибов из 178 родов, 52 порядков, 22 классов и 6 отделов. Многие из них обнаруживали в таких экотопах, но выявлены и виды (преимущественно на основе метабаркодинга), которые в донных грунтах озер не встречали. На основании данных о частоте выявления разных видов обоими подходами, способности их к росту на органических субстратах непосредственно в грунтах и сведений о физиологических свойствах выявлена группа грибов, которые могут функционировать в донных грунтах Байкала: *Aureobasidium pullulans*, *Penicillium glandicola*, *Penicillium swiecickii*, *Pseudeurotium bakeri*, *Pseudeurotium hygrophilum*, *Pseudogymnoascus pannorum*, *Pseudogymnoascus roseus*, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma lixii*, *Trichoderma polysporum*, базидиальные дрожжи из родов *Cystobasidium*, *Naganishia*, *Mrakia*, *Rhodothorula*, *Solicoccozyma*. Получены данные об антибиотической активности штаммов из созданной коллекции и рассматриваются функции представителей выявленных таксономических групп грибов в озере.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (соглашение 075-15-2021-1396).

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ АГАРИКОИДНЫХ И ГАСТЕРОИДНЫХ ГРИБОВ, ПРИУРОЧЕННЫХ К СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЕ Г. ЯРОСЛАВЛЯ

Лазарева О. Л.

Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского, г. Ярославль, ул. Республиканская, 108/1
e-mail: ollazar71@mail.ru

Ключевые слова: агарикоидные и гастероидные базидиомицеты, антропогенное влияние, трофическая структура.

PECULIARITIES OF ECOLOGY AGARICOID AND GASTEROID FUNGI CONFINED TO THE RESIDENTAL ZONE OF THE CITY OF YAROSLAVL

Lazareva O. L.

Keywords: agaricoid and gasteroid basidiomycetes, anthropogenic influence, trophic structure.

Город Ярославль характеризуется высокой концентрацией промышленности. Пять из семи промрайонов расположены в зоне жилой застройки (селитебной зоне). Крупные производства построены без учета почти круговой розы ветров. Это приводит к переносу выбросов на селитьбу при любом направлении ветра. Вследствие чересполосицы жилой и промышленной застройки санитарно-защитные зоны вокруг предприятий отсутствуют или плохо организованы. Таким образом, г. Ярославль является подходящим объектом для изучения влияния целого комплекса антропогенных факторов на городскую микобиоту.

Материалом для изучения служили микологические сборы и наблюдения, проведенные нами с 1995 по 2022 гг. На территории города выявлено 186 видов и внутривидовых таксонов агариковых грибов. Видовой состав и трофическая структура городской микобиоты существенно отличаются от микобиоты естественных местообитаний. По сравнению с трофической структурой микобиоты Ярославской области в целом наблюдается значительное снижение доли микоризообразователей, ксилосапротрофов и подстилочных сапротрофов. Рубки ухода, санитарные рубки и уборка отмерших ветвей, проводимые на улицах города, приводят к тому, что сапротрофы на древесине занимают иные ниши, нежели в пригородах и естественных местообитаниях. Большая часть видов является эвриксилотрофами. В периферийных районах сапротрофы на древесине используют весь спектр древесных субстратов: от отмерших и еще не упавших деревьев до погребенной в почву древесины.

Относительное увеличение доли гумусовых сапротрофов находится в прямой зависимости от разнообразия и качества почв в селитебной зоне.

Таким образом, для урбанизированных территорий характерно обеднение видового состава агарикоидных и гастероидных грибов. Наибольшее количество видов сосредоточено в городских зеленых массивах. Городская микобиота существенно отличается от естественной наличием видов, нехарактерных для природных фитоценозов (синантропных видов и видов, связанных с интродуцированными растениями) и трофической структурой. В докладе обсуждаются причины этих отличий.

КЛИМАТ И БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

Левитин М. М.

Экспертное управление РАН, г. Москва, Ленинский проспект, д. 14

e-mail: mark_levitin@rambler.ru

Ключевые слова: изменения климата, сельскохозяйственные культуры, спектр заболеваний, смена доминирования.

CLIMATE AND PLANT DISEASES

Levitin M. M.

Keywords: climate change, crops, disease spectrum, dominance shift.

Сегодня человечество вошло в эпоху глобальных климатических перемен. По всей России проявляется глобальное потепление. По данным Росгидромета средняя по РФ аномалия температуры в 2021 г. составила +2°C, что на 0.15⁰ выше лета 2016 года, и на 0.4⁰ выше, чем летом 2010 года. Скорость роста по России среднегодовой температуры за период 1976-2021 гг. составила 0.49⁰С. С 2000 г. увеличивается концентрация углекислого газа (CO₂). Согласно прогнозам при увеличении концентрации CO₂ в 2 раза средняя температура земли может увеличиться на 6⁰С (<https://terve.su/globalnoe-poteplenie-mnenie-finnov/>).

В связи с глобальным изменением климата ожидаются изменения в спектрах заболеваний, в распространении и развитии болезней растений, устойчивости к болезням сортов сельскохозяйственных культур. Самые опасные и вредоносные болезни вызывают грибы. Изменение климата отражается на миграции и сохранении видов фитопатогенных грибов в новых экологических условиях. Желтая пятнистость листьев пшеницы (возбудитель *Pyrenophora tritici-repentis*) в 1985-1993 годах была распространена в Краснодарском крае и Ставрополье. Однако в 2005-2006 гг. желтая пятнистость была обнаружена на производственных посевах пшеницы в Ленинградской, Псковской и Новгородской областях. На некоторых сортах яровой и озимой пшеницы развитие болезни достигало 70%. Возбудитель фузариоза колоса – гриб *Fusarium graminearum* в основном локализуется в России на Северном Кавказе и Дальнем Востоке. Однако, начиная с 2003 г. *F. graminearum* появился в комплексе патогенов, вызывающих фузариоз зерновых культур, возделываемых на территории Северо-Запада России. В последние годы этот вид стал доминирующим на зерновых в Нидерландах, Англии, Северной Германии и Финляндии. В 2019 г. в юго-западной Финляндии был обнаружен на озимой пшенице типичный южный вид *Fusarium verticillioides*. В 2011 г. в Краснодарском крае был обнаружен на ячмене новый патоген – *Ramularia collo-cygni*. Это теплолюбивый вид, распространен в основном в южных странах. Но, в 2013 г. он был обнаружен на севере России в Архангельской области в окрестностях г. Котласа. Можно привести еще много примеров о распространении южных видов фитопатогенов в северные регионы России.

При изменении температуры может происходить смена доминирования видов непосредственно в одной географической зоне. Вид *Parastagonospora nodorum* доминировал на пшенице в Северо-Западном регионе, вид *Zymoseptoria tritici* – в южных регионах страны. Однако, в 2007 г. анализ фитосанитарной обстановки на полях Псковской, Новгородской и Ленинградской областей показал, что основным возбудителем септориоза пшеницы стал южный вид *Z. tritici*.

Кроме температурного фактора, на жизнедеятельность патогенов будет оказывать влияние изменение концентрации CO₂. Некоторые почвенные патогены растений, например, виды из родов *Phytophthora*, *Aphanomyces*, *Sclerotium* и различные патотипы *Fusarium oxysporum* хорошо адаптируются и даже лучше размножаются при высокой концентрации CO₂. И наоборот, развитие грибов *Rhizopus stolonifer*, *Cladosporium herbarum*, *Botrytis cinerea*,

Aspergillus niger и *Alternaria tenuis* ингибируется при концентрации CO₂ превышающей 5-10%. Изменение климата может отразиться на взаимоотношениях растений и паразитов. Температура может оказать серьезное влияние на эффективность генов устойчивости. Исследования показывают, что, такие растения как пшеница и овес с увеличением температуры становятся более восприимчивыми к патогенам; но некоторые разновидности зерновых с увеличением температуры становятся более устойчивыми к грибам. Температура может оказывать влияние и на функционирование генов вирулентности паразита.

Анализ влияния климата на болезни растений необходим для принятия мер по защите растений, разработки новых защитных технологий и селекционных программ.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ФУЗАРИОИДНЫХ ГРИБОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Литовка Ю. А.^{1,2}, Павлов И. Н.^{1,2}

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, Академгородок, 50/28

²Сибирский государственный университет науки и технологий им. ак. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, пр. Мира, 82
e-mail: litovkajul@rambler.ru

Ключевые слова: видовые комплексы, деревья разновозрастные, мониторинг, географические регионы.

BIODIVERSITY OF FUSARIUM FUNGI ASSOCIATED WITH WOODY PLANTS IN RUSSIA

Litovka Ju. A., Pavlov I. N.

Keywords: species complexes, trees of different ages, monitoring, geographical regions.

Таксономия фузариоидных грибов в последние годы претерпела существенные изменения за счет широкого применения молекулярно-генетических методов, что привело к появлению новых таксонов и частичному упразднению старых. Представление о биоразнообразии *Fusarium* и их распространенности не всегда соответствуют современной таксономии и требует тщательного пересмотра. В работе представлены результаты мониторинговых исследований древесных растений из различных географических регионов РФ (Дальний Восток, Сибирь, Северо-западный регион, Крым), основанные на комплексном использовании морфологии, филогенетического анализа и экологических предпочтений.

Объектами исследований служили семена, шишки, желуди, корни взрослых растений и сеянцев, листья, побеги и керны 25-ти видов древесных и кустарничковых растений. Выделение грибов из растительных объектов осуществляли стандартными микологическими методами на селективных средах. Идентификацию проводили по совокупности морфолого-культуральных признаков с последующей молекулярно-генетической верификацией (секвенирование ДНК гена фактора элонгации трансляции (TEF-1 α) и второй по величине субъединицы РНК-полимеразы (RPB2)). В настоящий момент проведена молекулярно-генетическая идентификация 53 изолятов.

Выявлено пять видовых комплексов *Fusarium*; идентифицировано 11 видов *Fusarium* и 1 близкородственный вид рода *Neocosmospora* (*N. solani*). На древесных растениях наибольшим количеством видов представлен видовой комплекс *Fusarium tricinctum* (FTSC): *F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. reticulatum*, *F. torulosum* и *F. tricinctum*. Максимальное количество изолятов относятся к *F. avenaceum*, ассоциированному с различными растениями на всей территории.

Вторым по видовому разнообразию является комплекс *Fusarium sambucinum*, представленный видами *F. sambucinum* Fuckel, *F. sporotrichioides* Sherb. и *F. venenatum*

Nirenberg. Остальные комплексы представлены единичными видами и небольшим количеством изолятов. Следует отметить, что штаммы из комплексов *F. oxysporum*, *F. incarnatum-equiseti* и *F. fujikuroi* были выделены только в Сибири, преимущественно из семян и корней сеянцев хвойных (*Larix sibirica*, *Pinus sibirica*, *P. sylvestris*). *F. equiseti* (Corda) Sacc. был ассоциирован только с *L. sibirica* в Южной Сибири (Тыва), а изоляты *F. fujikuroi* SC – с сеянцами *P. sylvestris* и хвоей *Picea abies* в Средней Сибири.

Фузариоидные грибы чаще выявлялись на представителях рода *Pinus* различных возрастов: были обнаружены все видовые комплексы, за исключением *F. incarnatum-equiseti*. На видах *Picea* обнаружено пять видовых комплексов (за исключением *F. incarnatum-equiseti* и *Neocosmospora*); на *Larix sibirica* – 4 видовых комплекса. На видах *Abies*, *Aesculus* и *Quercus* выявлено по 2 видовых комплекса; на остальных растениях – по 1 комплексу (у всех FTSC); на двух видах *Cedrus* фузариоидные грибы обнаружить не удалось.

В лесных питомниках (Средняя и Южная Сибирь) на ювенильных растениях выявлены семь видов *Fusarium* и *N. solani*. В естественных и парковых насаждениях, где фузариоидные грибы, преимущественно, являются сапротрофами и эндофитами, обнаружено девять видов *Fusarium*, из них *F. tricinctum*, *F. torulosum*, *F. venenatum* и *F. reticulatum* не выделялись из патологического и семенного материала в лесопитомниках.

В целом, проведенное исследование позволили систематизировать и расширить знания о биоразнообразии фузариоидных таксонов, ассоциированных с древесными растениями на территории России.

ТРУДНОСТИ ВИДОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ АРБУСКУЛЯРНО-МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ ПОЛЕВЫХ РАСТЕНИЙ

Малыгин Д. М.¹, Сокорнова С. В.²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,
Менделеевская линия, 2

²Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Санкт-Петербург,
г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 3
e-mail: dan940201@mail.ru, svokornova@vizr.spb.ru

Ключевые слова: гистохимические методы, молекулярная идентификация, полиморфизм, инокуляция.

DIFFICULTIES OF SPECIES IDENTIFICATIONS OF ARBUSCULAR- MYCORRHIZAL FUNGI OF FIELD PLANTS

Malygin D. M.

Keywords: histochemical methods, molecular identification, polymorphism, inoculation.

Показано, что симбиоз с арбускулярно-микоризными грибами (АМГ) является одним из ключевых факторов распространения инвазионных растений семейства Asteraceae, например *Solidago canadensis* (Dong et al., 2015). О вкладе различных таксонов в этот процесс известно достаточно мало. Арбускулярная микориза образуется грибами подотдела Glomeromycotina. В настоящее время виды Glomeromycotina разделены на 4 порядка, 11 семейств и 44 рода. Самый крупный порядок – Glomerales, включающий более половины известных видов арбускулярных микоризных грибов. Большинство удобрений и препаратов для защиты растений разработаны именно на этих видах. Нами была высказана гипотеза, что движущей силой распространения инвазионных сложноцветных могут являться не мажорные арбускулярно-микоризные грибы (Sokornova et al., 2022).

Таксономическое деление и определение видового состава арбускулярно-микоризных грибов сопряжено с определенными трудностями. Большая часть их идентификации проводится гистохимическими методами по морфологии, а именно по виду мицелия, арбусул и везикул, размеру, пигментации и количеству стенок спор и т.д., что не дает провести четкое разделение видов. Степень микоризации классически определяется по длине мицелия, количеству арбусул и везикул, что не всегда коррелирует с функциональными проявлениями симбиотических отношений. Молекулярная идентификация также затруднена. Арбускулярно-микоризные грибы – облигатные симбионты и не растут на искусственных питательных средах. Это вынуждает исследователей выделять суммарную ДНК из корней растений и проводить вложенную ПЦР, что повышает опасность контаминации (Юрков, 2018). Также стоит отметить, что некоторые инвазионные сорные Asteraceae способны выделять в почву аллелопатические соединения, ингибирующие работу полимеразы. Мицелий арбускулярно-микоризных грибов ценоцитный — не септированный и многоядерный, в одной клетке может содержаться более 100 ядер. Также в корнях растений мицелий АМГ может образовывать гетерокарионы (Ropars et al., 2016), что усложняет молекулярный анализ. Вызывает определенные проблемы с идентификацией арбускулярно-микоризных грибов и высокая степень полиморфизма локуса малой и большой субъединиц рДНК (SSU-ITS-LSU регион).

Решением части проблем является инокуляция горшечного растения арбускулярно-микоризным грибом, получение его спор в культуре и молекулярный анализ более чистой ДНК, чем суммарной ДНК с корнем растения. Однако более «агрессивные» и распространенные виды арбускулярно-микоризных грибов, такие как *Funneliformis mosseae* и *Rhizophagus irregularis* из порядка Glomerales могут подавлять другие виды, искажая картину.

Список литературы

1. Юрков А.П., Крюков А.А., Горбунова А.О., и др. Молекулярно-генетическая идентификация грибов арбускулярной микоризы // Экологическая генетика. – 2018. – Т. 16. – No 2. – С. 11–23. doi: 10.17816/ecogen16211-23
2. Dong L.J., Ma L.N., He W.M. Arbuscular mycorrhizal fungi help explain invasion success of *Solidago canadensis* // Applied Soil Ecology. 2021. Vol. 157. No. 103763. doi: 10.1016/j.apsoil.2020.103763
3. Ropars J., Toro K.S., Noel J. et al. Evidence for the sexual origin of heterokaryosis in arbuscular mycorrhizal fungi // Nature Microbiology. 2016. Vol. 1. No. 16033. doi: 10.1038/nmicrobiol.2016.33
4. Sokornova S., Malygin D., Terentev A., Dolzhenko V. Arbuscular mycorrhiza symbiosis as a factor of Asteraceae species invasion // Agronomy. 2022. Vol. 12. No. 12. PP. 3214. doi: 10.3390/agronomy12123214

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ ФОРМИРОВАНИЯ СКЛЕРОЦИЕВ *INONOTUS OBLIQUUS* (ACH. EX PERS.) PILÁT В БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСАХ БЕЛАРУСИ

Маховик И. В., Бордок И. В., Волкова Н. В., Родионов С. Ф.
Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71
e-mail: makhavik@gmail.com

Ключевые слова: варианты трофотопов, гигротопы, морфометрические параметры, типы формирования.

ECOLOGICAL STRATEGIES FOR THE FORMATION OF *INONOTUS OBLIQUUS* (ACH. EX PERS.) *PILAT SCLEROTIA* IN THE BIRCH FOREST OF BELARUS

Machovik I. V., Bordok I. V., Volkova N. V., Rodionov S. F.

Keywords: variants of trophotopes, hygrotopes morphometric parametres, types of formation.

Расширение масштабов использования в фармацевтической, пищевой промышленности, косметологии различных видов натурального сырья природного происхождения создает возможности диверсификации для субъектов лесохозяйственного сектора экономики вовлечением в хозяйственный оборот недревесных ресурсов леса. Базой освоения любого ресурса служат детализированные сведения о структуре его запасов.

Едва ли не единственным базидиальным грибом, внесенным в государственную фармакопею и реестр лекарственных средств Республики Беларусь, является трутовик скошенный *Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát, наиболее известный как инициатор и основного продуцент чаги: комплекса грибного мицелия (стерильная, вегетативная форма), продуктов деградации и ассимиляции грибом компонентов ткани березовой древесины.

Целью настоящей работы являлось изучение эколого-биологических особенностей формирования склероциев трутовика скошенного (чаги) в березовых фитогенозах Беларуси.

Обследование березовых насаждений выполнено в Гомельском, Кобринском и Осиповичском опытных, Житковичском, Лельчицком, Милошевичском, Молодечненском, Щучинском лесхозах Минлесхоза, Жорновской и Корневской экспериментальных лесных базах Института леса НАН Беларуси. В 189 таксационных выделах выявлено 441 дерево с признаками поражения *I. obliquus* – сформировавшейся чагой на стволе. Для каждого случая его обнаружения выполнено лесотаксационное и фитоценологическое описание насаждения, морфологические описания дерева-хозяина и склероциев гриба, а собранные параметры сведены в электронную базу данных.

В лесотипологическом и фитоценологическом отношении распределение выявленных местопроизрастаний трутовика скошенного соответствует таковому для березняков Беларуси, если не в долевым, то по крайней мере в ранговом отношении. Достаточно отметить, что спектр экологических условий пораженных березняков предоставлен всеми вариантами трофотопов, и гигротопами от свежих до болотных. Это наглядно свидетельствует, что средой обитания трутовика скошенного является не столько фитоценоз, сколько ствол дерева-хозяина. Усредненные морфометрические параметры чаги показывают, что ее вертикальное измерение на 30% превосходит горизонтальное, что хорошо иллюстрирует тенденцию более легкого роста наростов по ходу волокна березовой древесины. Однако мы считаем, что анализ морфологической структуры склероциев более корректен при отдельном рассмотрении их в рамках двух типов формирования: удлиненные (в морозобойных трещинах) и шаровидные (в местах облома сучьев). Кроме того, в случае сильного поражения молодых деревьев березы, довольно значительного количества быстро растущего мицелия трутовика скошенного хватает для того, чтобы прорвать относительно тонкую кору и сформировать чагу. При этом часто наблюдается гибель деревьев с обломом ствола на высоте нароста. Большинство (64,4%) наростов чаги формируются на стволах деревьев на высоте до 3 м, а на высотах более 10 м – лишь 3,4 %. Самый низкий склероций обнаружен на обнажениях придаточных корней, а самый высокий – на высоте 12,7 м.

Анализ данных об ориентации склероциев по сторонам света показывает, что большинство наростов чаги (52,7%) сконцентрированы в секторе, включающем юго-восточное, южное и юго-западное направления, причем 19% имеют азимут от 136 до 180°. Наряду с описанными выше данными о предпочтительных высотах формирования чаги, такое распределение хорошо укладывается в общую экологическую стратегию дереворазрушающих грибов при возможности использовать более теплые и влажные местообитания.

ГРИБЫ ДОЛИНЫ ЭРКЭЭНИ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ)

Михалева Л. Г.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, пр. Ленина, 41
e-mail: lgmikhalova@rambler.ru

Ключевые слова: гумусовые сапротрофы, ксилотрофы, копротрофы, паразиты.

FUNGI OF THE ERKEEN VALLEY (CENTRAL YAKUTIA)

Mikhaleva L. G.

Keywords: humus saprotrophs, xylotrophs, coprotrophs, parasites.

Для долины Эркээни, расположенной на левобережье р. Лены от г. Покровска до Табагинского мыса, включая острова, склоны коренного берега и прилегающие участки коренного берега, список видов грибов составлен впервые. Исследования были проведены в следующих точках: окр. п. Техтюр, р. Кулдаты; окр. пос. Октемцы, пойма; местность Табагинский мыс, склоны ю-з и южной экспозиции; 2 км к северо-западу от пос. Верхний Бестях, р. Сасабыт; окр. пос. Верхний Бестях, пойма р. Лена; местность Орто-Дойду, окр. зоопарка; окр. с. Ой; окр. г. Покровск; коренной берег между пос. Октемцы и пос. Улах-Ан. Все ландшафты находятся под сильным антропогенным прессом.

Сбор грибов проводился в пойме на заливных, суходольных и остепненных лугах, на залежах и выгонах, в пойменных кустарниковых, в березовых колках на лесостепных участках, в высокой пойме – в ельниках зеленомошных, расположенных у подножия склонов и по берегам ручьев. Надпойменные участки, обследованные автором, – в основном склоновые, остепненные на южных и залесенные на северных экспозициях склонов. На коренном берегу и в верхней части склонов исследовались засушливые остепненные луга, а также разные леса, близкие уже к зональным: сосняки, березняки, ельники, лиственничники.

Объектами исследований являлись грибы (класс *Agaricomycetes*, отдел *Basidiomycota*), напочвенные и развивающиеся на древесине *Larix cajanderi* Mayr., *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sylvestris* L., *Betula platyphylla* Sukacz., *Populus tremula* L., *Duschekia fruticosa* Rupr. Pouzar., *Salix s.l.*

В списке грибов, обитающих в долине Эркээни, большинство видов – гумусовые сапротрофы и ксилотрофы, приуроченные к разной степени разложившейся древесине. Также есть облигатные копрофилы и паразиты. Большинство лесных напочвенных грибов, выявленных нами, являются микоризными с одной или несколькими породами деревьев. Выявление видового состава грибов осуществлялось с использованием метода маршрутных учетов (Толмачев, 1974).

Для унификации данных при описании порядков, семейств и родов использована система, принятая в североевропейских странах. Всего в долине Эркээни отмечено 113 видов грибов. Грибы эти относятся к 2 царствам.

Царство Protista (Слизевики) представлено 1 видом, который относится к семейству *Lycogalaceae*, отдела *Mucosozoa*, к классу *Mucosozoa*, порядку *Liceceales*.

Царство Fungi (Mycota) или **Настоящие грибы** включает 112 видов грибов, которые относятся к 2 отделам, 3 классам, 17 порядкам, 35 семействам, 61 роду. Наиболее многочисленны семейства *Russulaceae* (14 видов из 2 родов), *Tricholomaceae* (11 видов из 4 родов), *Suillaceae* (10 видов из 2 родов), *Coriolaceae* (8 видов из 6 родов), *Boletaceae* (7 видов из 2 родов), *Polyporaceae* (6 видов из 5 родов). Семейства *Steccherinaceae*, *Bankeraceae* и *Lycoperdaceae* насчитывают по 5 видов из 2 родов, по 4 вида из 3 родов имеют семейства *Coprinaceae* и *Fomitopsidaceae*. 14 семейств насчитывают по 1 виду.

Микобиота Центральной Якутии на сегодняшний день насчитывает 786 видов (Флора Якутии, 2010). В целом микобиота долины Эркээни типична для региона, хотя и менее разнообразна, что объясняется, прежде всего, слабой изученностью территории. Из особенностей надо отметить частую встречаемость *Poronia punctata* (L.) Fr., что связано с наличием большого количества лошадей, находящихся на вольном выпасе, кроме того, здесь отмечен вид *Geastrum pectinatum* Pers., довольно редкий для всей территории Якутии.

**СООБЩЕНИЕ О КОРТИКУЛОИДНЫХ МИКСОМИЦЕТАХ
(класс МУХОМУСЕТЕС) ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА
НАН БЕЛАРУСИ**

Мороз Е. Л.¹, Алексеева А. Р.²

¹Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск, ул. Академическая, 27

²Белорусский государственный университет, г. Минск, просп. Независимости, 4
e-mail: morose.l@tut.by, alisa.alekseeva450@gmail.com

Ключевые слова: метод влажных камер, кора, виды миксомицетов.

**REPORT ON CORTICULOID MYXOMYCETES OF THE CENTRAL BOTANICAL
GARDEN OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE OF BELARUS**

Moroz E. L., Alekseeva A. R.

Keywords: wet chamber method, bark, myxomycete species.

Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси (ЦБС) – одно из старейших ботанических учреждений Беларуси был организован в 1932 г. В 1999 г. ему придан статус научного объекта, составляющего национальное достояние, объявлен ботаническим памятником природы республиканского значения и историко-культурной ценностью. ЦБС принадлежит к числу крупнейших ботанических садов Европы как по площади (93 га), так и по составу коллекций растений (более 15 тысяч наименований). Это самый крупный в стране центр по интродукции и сохранению биоразнообразия растений. Дендрологическая коллекция представлена более 1500 видами, разновидностями и формами из стран Европы, Азии, Северной Америки. Изучение кортикулоидных миксомицетов методом влажных камер в ЦБС не проводилось. Для исследования мы взяли образцы коры туи западной (*Thuja occidentalis* L.) и клёна остролистного (*Acer platanoides* L.). Сбор коры производился с деревьев, произрастающих на аллеях туи и клёна. В результате нашего изучения на образцах коры клёна выявлены следующие виды: *Arcyria cinerea* (Bull.) Pers., *A. pomiformis* (Leers) Rostaf., *Clastoderma debaryanum* A. Blytt, *Diderma deplanatum* Fr., *D. effusum* (Schwein.) Morgan, *Didymium difforme* (Pers.) Gray, *D. squamulosum* (Alb. Et Schwein.) Fr. et Palmquist, *Licea minima* Fr., *L. operculata* (Wingate) G. W. Martin, *Macbrideola cornea* (G. Lister et Cran) Alexop., *Perichaena chrysosperma* (Curr.) Lister, *Physarum album* (Bull.) Chevall., *Trichia botrytis* (J.F. Gmel.) Pers. На коре туи – *Arcyria cinerea*, *Cribraria violacea* Rex, *Paradiacheopsis fimbriata* (G. Lister et Cran) Hertel ex Nann.-Bremek., *Perichaena chrysosperma*, *P. depressa* Lib., *P. liceoides* Rostaf., *P. quadrata* T. Macbr., *Stemonitis axifera* (Bull.) T. Macbr., Таким образом, список миксомицетов, обнаруженных на коре живых деревьев в ЦБС включает 19 видов. На коре клёна – 13 видов, на коре туи – 8 видов. Общими для коры клёна и туи были только два вида – *Arcyria cinerea* и *Perichaena chrysosperma*.

**О МИКСОМИЦЕТАХ (класс МУХОМУСЕТЕС) НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА» (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)**

Мороз Е. Л.¹, Новожилов Ю. К.²

¹Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск, ул. Академическая, 27

²Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора
Попова, 2П
e-mail: morose.l@tut.by

Ключевые слова: миксомицеты на белорусской части, 60 видов, различные субстраты.

**ABOUT MYXOMYCETES (CLASS MYXOMYCETES) OF THE NATIONAL PARK
“BELOVEZHSKAYA PUSHCHA” (REPUBLIC BELARUS)**

Moroz E. L., Novozhilov Y. K.

Keywords: myxomycetes in Belarus, 60 species, different substrates.

Беловежская пушта это единственный в Европе хорошо сохранившийся крупный природный лесной массив с преобладанием высоковозрастных лесов с высокой видовой насыщенностью редких и исчезающих видов растений, наличием особо ценных эталонных насаждений основных лесообразующих формаций. Пушта включена в международный реестр объектов природного и культурно-исторического наследия, охраняемых ЮНЕСКО.

Первые работы по изучению видового состава миксомицетов на территории Беловежской пушты связаны с именами польских исследователей и относятся к концу XIX века. В настоящее время список видов миксомицетов включает в себя 103 вида идентифицированных на польской территории пушты.

В 1994–1995 гг. впервые проведены сборы миксомицетов на белорусской части Беловежской пушты (в окр. агрогородка Каменюки и в окр. д. Ляцкие, Каменецкий район, Брестская область). Обработка собранных коллекций осуществлялась в лаборатории систематики и географии грибов Ботанического института им. В. Л. Комарова (БИН) РАН и лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Гербарные образцы спорофоров хранятся в гербарии лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. Названия миксомицетов приведены согласно номенклатурной базе *Nomenmuh* (Lado, 2005–2023).

В результате наших исследований выявлено 60 видов миксомицетов, относящихся к 28 родам, 10 семействам, 7 порядкам, 3 надпорядкам и 2 подклассам. Семь видов впервые отмечены для всей территории Беловежской пушты. Это: *Badhamia utricularis*, *Clastoderma debaryanum*, *Licea operculata*, *Licea variabilis*, *Paradiacheopsis fimbriata*, *Paradiacheopsis solitaria*, *Willkommlangea reticulata*. Среди этих видов *Willkommlangea reticulata* является редким в мировом отношении видом, хотя и считается космополитом. Это лесной, бореально-неморальный вид. Отмечен в Европе, Азии, Африке, Северной и Южной Америке, Австралии. Из сопредельных с Республикой Беларусь стран данный вид идентифицирован только в России. Практически все выявленные виды зарегистрированы на гнилой древесине сосны, ели, березы, ольхи черной – 52 вида. На живых травянистых растениях – *Arcyria obvelata* и *Mucilago crustacea*. На листовом опаде – *Craterium leucocephalum*, *C. minutum*, *Didymium nigripes*, *Fuligo leviderma*, *Physarum virescens*.

Исследования по изучению биоразнообразия миксомицетов, приуроченности к субстратам, особенности распределения в лесных формациях Беловежской пушты были продолжены и осуществляются и в настоящее время.

**К ИЗУЧЕНИЮ ЛИХЕНОБИОТЫ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ХВОЙНЫЕ
ЛЕСА В ВЕРХОВЬЯХ МОСКВЫ-РЕКИ»
(МОЖАЙСКИЙ Г. О., МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Мучник Е. Э.

Институт лесоведения РАН,
Московская область, г. Одинцово, с. Успенское, ул. Советская, 21,
e-mail: emuchnik@outlook.com

Ключевые слова: заказник, маршрутный метод, 46 видов, новые виды для территории.

**ON THE STUDY OF THE LICHEN BIOTA OF THE CONIFEROUS FORESTS IN
THE UPPER REACHES OF THE MOSKVA RIVER NATURE RESERVE (MOZHAIK
DIRECT, MOSCOW REGION)**

Muchnik E. E.

Keywords: nature reserve, route method, 46 species, new species for the territory.

Лихенобиота Московского региона, несмотря на длительный период исследований, все еще изучена неравномерно и недостаточно. В том числе, сведения о лишайниках многих особо охраняемых природных территорий регионального значения довольно скудны или отсутствуют. Одной из таких территорий до последнего времени остается государственный природный заказник «Хвойные леса в верховьях Москвы-реки», расположенный в Можайском городском округе в нескольких кварталах Ново-Покровского участкового лесничества Бородинского лесничества. Заказник, общей площадью 2 607,2 га состоит из двух участков: 1 участок занимает 2, 3, 5, 6, 8–11 кварталы, 2 участок находится в 26–30, 39–42 и 66 кварталах.

Территория заказника располагается на восточном макросклоне Смоленской возвышенности. В растительном покрове преобладают субнеморальные и таежные еловые и сосново-еловые леса с вкраплениями низинных, переходных и верховых болот. Данные о лишайниках заказника до последнего времени исчерпывались 11 видами, занесенными в Красную книгу Московской области (2018) (в основной список или Приложение 1).

В сентябре 2021 г. нами проведено рекогносцировочное лихенологическое обследование маршрутным методом в кварталах 27–28, к югу от дер. Холмичи, координаты пунктов сбора: 1 – 55°40,925' с.ш., 35°21,233' в.д.; 2 – 55°40,651' с.ш., 35°21,398' в.д.; 3 – 55°40,365' с.ш., 35°21,473' в.д.; 4 – 55°40,812' с.ш., 35°21,491' в.д. Пункты 1, 2 и 4 – субнеморальные еловые леса, пункт 3 – небольшое сфагновое болото с порослью сосны и березы. Сбор и камеральная обработка материалов проводились с применением общепринятых методик. Идентифицированные материалы переданы в гербарий МНА.

Всего выявлены 46 видов лишайников и близких к ним грибов, 40 из которых ранее не указывались для территории заказника. Наиболее массовыми, фоновыми видами в обследованной части являются *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmelia sulcata* Taylor, *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach., *L. symmicta* (Ach.) Ach., *Physcia adscendens* H. Olivier, встречающиеся на стволах и ветвях елей, берез, ивы козьей, осины. В основаниях стволов и замшелом валеже обычны *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng., *C. chlorophaea* agg., *C. digitata* (L.) Hoffm., *C. fimbriata* (L.) Fr., *C. macilenta* Hoffm., *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M.J. Lai, *Peltigera praetextata* (Sommerf.) Zopf, реже встречается *P. canina* (L.) Willd. На гниющей древесине пней и валежа встречаются *Cladonia deformis* (L.) Hoffm., *Micarea misella* (Nyl.) Hedl. Сухая древесина на болоте и по его окраинам является субстратом для *Calicium trabinellum* (Ach.) Ach., *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th. Fr., *Hypocenomyce scalaris* (Ach. ex Lilj.) P. James et G. Schneider, *Mycocalicium subtile* (Pers.) Szatala, *Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch, На стволах и ветвях берез встречаются

Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Hav., *Lecanora saligna* (Schrad.) Zahlbr., *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al., *M. septentrionalis* (Lyngé) O. Blanco et al., *Ropalospora viridis* (Tønsberg) Tønsberg.; на осине – *Athallia pyracea* (Ach.) Arup et al., *Buellia griseovirens* (Turner et Borrer ex Sm.) Almb., *Lecanora allophana* Nyl.

Среди выявленных на маршруте видов – охраняемые в регионе *Bryoria capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw., *B. implexa* (Hoffm.) Brodo et D. Hawksw. и *Usnea hirta* (L.) F.H. (на ветвях ели); *Leptogium saturninum* (Dicks.) Nyl. (на коре старой осины, вторая находка в Московской области), *Peltigera neopolydactyla* (Gyeln.) Gyeln. (на замшелом валеже); *Usnea subfloridana* Stirt. (на ветвях берез). К редким и интересным мы относим также находки *Chaenothecopsis savonica* (Räsänen) Tibell. (на сухой древесине на болоте, ранее для региона отмечался только в национальном парке Завидово) и *Multiclavula mucida* (Pers.) R.H. Peterson (на гниющем валеже, третье местонахождение в Московской области).

Благодарности. Материалы посвящаются безвременно ушедшей Елене Германовне Сусловой, которая организовала этот полевой выезд и принимала участие в обследовании.

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ НА ДРЕВЕСНЫХ СУБСТРАТАХ (АНТРОПОГЕННО ПРИВНЕСЕННОЙ ДРЕВЕСИНЕ И ПЛАВНИКЕ) В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ

Панькова И. Г.¹, Кирцидели И. Ю.¹, Ильюшин В. А.¹, Зеленская М. С.², Власов Д. Ю.^{1,2}

¹ Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2П

² Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,
Менделеевская линия, 2
e-mail: microfungi@mail.ru

Ключевые слова: лигнолитическая, амилолитическая, целлюлозолитическая активность, 175 образцов, 223 вида грибов.

MICROSCOPIC FUNGI ON WOODY SUBSTRATES (ANTROPOGENICALLY INTRODUCED WOOD AND FIN) IN THE ARCTIC SEAS

Pankova I. G., Kirtsideli I. Yu., Ilyushin V. A., Zelenskaya M. S., Vlasov D. Yu.

Keywords: lignolytic, fmylolytic, cellulolytic activity, 175 specimens, 223 species of fungi.

Высокая метаболическая пластичность и морфологическое разнообразие грибов позволили им освоить многочисленные экологические ниши в наземной и водной средах.

Материалом для исследования послужили образцы древесины, которые были собраны в летний период 2018-2019 и 2021-2022 г.г. на побережье островов архипелагов Земля Франца-Иосифа (ЗФИ), архипелага Шпицберген, Архипелагов Северная Земля и Новая Земля, в морях Северного Ледовитого океана. Древесина была принесена морем («плавник») и находилась на берегу на разном удалении от линии воды или имела антропогенное происхождение и являлась частью заброшенных строений.

Всего было исследовано 175 образцов древесины, преимущественно хвойных пород. В результате исследований выявлены комплексы микроскопических грибов на плавнике (ель, сосна, лиственница и лиственные породы), которые могут формироваться в местах произрастания и заготовки древесины, при нахождении древесины в морской воде, а также за счет видов из прибрежной зоны арктических морей.

Всего было выделено и идентифицировано 223 видов грибов, преимущественно из отдела *Ascomycota*. Показатели видового разнообразия и встречаемости представителей отдела *Basidiomycota* и *Mucoromycota* оказались сравнительно низкими. Эти отделы

представлены видами родов *Exophiala*, *Zalaria*, *Phenoliferia*, *Piskurozyma*, *Mucor*, *Rhizopus*. Виды выделенных микроскопических грибов, в основном, представлены мицелиальной формой (более 75 %), в некоторых местообитаниях виды дрожжевых и дрожжеподобных грибов (аско- и базидиомицеты) составили до 23% от общего числа выделенных видов.

Из древесины в районе Шпицбергена было выделено и идентифицировано 65 видов микроскопических грибов, архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) – 73 вида, архипелага Северная Земля – 40 видов, архипелага Новая Земля – 45 видов,

При исследовании древесины плавника отмечено, что на образцах древесины с отсутствием внешних признаков деструкции видовое разнообразие микроскопических грибов значительно выше. т.е. разрушение структуры древесины сопровождается снижением видового разнообразия и увеличением встречаемости почвенных грибов, типичных для природной среды Арктики, в частности, *Pseudogymnoascus pannorum* и видов рода *Penicillium*. На древесине плавника с ЗФИ отмечено наличие жизнеспособных пропагул *Coniophora puteana* (вид афиллофоровых грибов), по-видимому, наличие пропагул связано с первоначальным заражением древесины в условиях произрастания в таежной зоне, и хотя они сохраняют свою жизнеспособность в течение длительного времени, их развитие в условиях высокой Арктики тормозится низкими температурами.

Были проведены исследования лигнинолитической, амилолитической и целлюлозолитической активности изолятов, выделенных с древесины архипелагов ЗФИ, Шпицберген (ШП) и Новая Земля (НЗ). Как показали результаты, наибольшее количество изолятов обладают целлюлозолитической активностью (ЗФИ и ШП – 90%, НЗ – 89%), амилолитическая активность обладают от 72% изолятов (ШП), до 63% и 51% изолятов (ЗФИ и НЗ соответственно) доля изолятов обладающих лигнинолитической активностью отмечалась у 27% изолятов НЗ и достигала 36% и 56% у изолятов выделенных с древесины ШП и ЗФИ соответственно.

БАЗИДИАЛЬНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ И МИКСОМИЦЕТЫ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «РУССКО-НЕМЕЦКАЯ ШВЕЙЦАРИЯ», Г.КАЗАНЬ

Гафиятов Ю. Р., Садыков Р. Э., Потапов К. О.

Казанский федеральный университет, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

e-mail: potapov_ko@mail.ru

Ключевые слова: валежник, вытаптывание, новые и редкие виды для республики

BASIDIAL MACROMYCETES AND MYXOMYCETES OF THE NATURAL MONUMENT “RUSSIAN-GERMANY SWITZERLAND”, KAZAN

Gafiyatov Yu. R., Sadykov R. E., Potapov K. O.

Keyword: deadwood, trampling, new and rare species for the republic

Памятник природы «Русско-Немецкая Швейцария» располагается в черте города Казани на левобережье реки Казанки. Территория памятника имеет неоднородный ландшафт: с южной стороны представлена холмистыми участками, покрытыми, в основном, липняками, тогда как с северной – пойменными лесами и лугами. Территория популярна у казанцев и является местом постоянной рекреации. Этот парк богат не только своей историей, но и представляет комплекс лесных, луговых, водных и околородных экосистем, которые населяют самые разнообразные животные, растения и грибы. Здесь отмечаются краснокнижные виды, что демонстрирует относительную сохранность сообществ, несмотря на существенную антропогенную нагрузку. Но если флора и фауна парка изучены

относительно хорошо, в особенности сосудистые растения и орнитофауна, то о грибах территории до настоящего момента было известно немного.

Обследование территории проходило в осенний период 2022 г. Визуальному осмотру подвергались почва, подстилка, пнево-валежная группировка, стволы живых деревьев и кустарников. Виды грибов, узнаваемые в природе, вносились в полевых дневник на основании наблюдений. Также использованы данные интернет-ресурса iNaturalist.

За период исследований выявлено 64 вида базидиальных макромицетов, относящихся к 26 семействам и 8 порядкам. Доминирующими порядками по количеству встреч и видов являются пор. Agaricales и пор. Polyporales, доминирующим семейством – Polyporaceae, доминирующим родом по числу видов – Trametes, по числу встреч – Fomes. При этом наиболее популярным субстратом по числу встреч грибов является валежник, принадлежащий, в основном, тополю белому. Такое распределение мы связываем с тем, что почва подвергается значительному уплотнению и вытаптыванию, тогда как обилие валежа обеспечивает процветание ксилотрофных агарикоидных и афиллофороидных видов. К наиболее часто встречающимся видам можно отнести: *Auricularia mesenterica*, *Bjerkandera adusta*, *Ganoderma applanatum*, *Hemipholiota populnea*, *Flammulina velutipes*, *Fomes fomentarius*, *Pleurotus cornucopiae*, *P. ostreatus*, *Schizophyllum commune*, *Trametes trogii*. На территории памятника обнаружены новые для территории республики виды - *Phallus hadriani* и *Arrhenia discorosea*, их находки опубликованы на платформе iNaturalist (№130530223, № 54651828). Кроме этого, здесь обитают редкие для региона *Entoloma tjallingiorum* (включена в перечень охраняемых видов на территории РТ), *Pluteus aurantiorugosus*, *Cellulariella warnieri*.

Использование метода влажных камер для регистрации скрытого видового разнообразия миксомицетов проходило в рамках годового эксперимента. Материал был получен с покрытого водой берега реки Казани, в тростниковом ивняке, на западе территории. В результате, было культивировано 33 вида, 10 из которых - новые для Республики Татарстан. Доминантами разнообразия стоит назвать *Arcyria cinerea*, *Perichaena vermicularis*, *P. depressa*, *Didymium squamulosum*. Основными местообитаниями выступили: листовая опад, кора, мертвая древесина *Salix* spp. и *Populus alba* L. и древесные останки на поверхности почвы. Основная часть биоты миксомицетов была представлена кортикулоидными видами, то есть, обитающими на поверхности и в складках коры живых деревьев.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности, проект № FZSM-2022-0003.

АГАРИКОИДНЫЕ И АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ В УСЛОВИЯХ ЛАНДШАФТА ОЗЕРНЫХ РАВНИН (СРЕДНЯЯ ПОДЗОНА ТАЙГИ, РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Предтеченская О. О., Руоколайнен А. В.

Институт леса - обособленное подразделение ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,
г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

e-mail: opredt@krc.karelia.ru, annaruo@krc.karelia.ru

Ключевые слова: видовой состав, микоризообразователи, сапротрофы, факультативные паразиты.

AGARICOID AND APHILLOPHOROID MACROMYCETES IN THE LANDSCAPE OF LAKE PLAINS (MIDDLE SUBZONE OF TAIGA, REPUBLIC KARELIA)

Keyword: species composition, mycorrhizal forms, saprotrophs, facultative parasites.

Работы по изучению особенностей микобиоты в условиях различных типов ландшафта проводятся в Институте леса КарНЦ РАН с 2017 года. В 2021-2022 г. обследовался ландшафт озерной равнины слабозаболоченный с преобладанием сосновых местообитаний (далее – ландшафт озерных равнин) (Волков и др., 1990). Данный тип ландшафта представлен в Карелии всего одним контуром площадью 26 тыс.га, что составляет около 0,5 % площади среднетаежной подзоны Карелии. Он локализуется на юго-западной части побережья Онежского озера. Территория представляет собой ледниково-озерную равнину, сложенную горизонтально слоистыми, хорошо отмытыми и сортированными песками различной зернистости, формировавшимися в литоральной зоне Онежского озера (по данным натурального геолого-геоморфологического обследования Т.С. Шелеховой, Институт геологии КарНЦ РАН). В ядровой части ландшафта более 90% занимают сосняки. Все древостои производные и возникли после сплошных рубок, возраст в пределах 80-90 лет, отдельные деревья, оставленные в процессе рубки, достигают 250 лет.

По результатам сборов 2021-2022 гг. в условиях ландшафта озерных равнин зарегистрированы 89 видов из 41 рода, 23 семейств агарикоидных и 60 видов из 44 родов, 27 семейств, 13 порядков афиллофороидных грибов. Отмечено доминирование представителей родов *Cortinarius* (22 вида) и *Phellinus* (10 видов). В большинстве родов число видов не превышает 2-3. Среди наиболее разнообразно представленных можно отметить роды *Lactarius* (7), *Russula* и *Mycena* (по 5 видов). В группе агарикоидных микоризообразователей являются 53 вида (60% от общего количества), из них только с сосной связаны 16 видов, с березой – 10 видов, елью – 3, осинкой – 1. Ксилосапротрофами являются 13 видов, 13 – подстилочные сапротрофы, 6 – гумусовые, 3 развиваются на опаде. Среди афиллофороидных грибов – 38 видов – сапротрофы, 8 – факультативные паразиты, 14 видов – сапротрофы и микоризообразователи, развивающиеся на почве и опаде. Большинство видов найдены на основных лесообразующих породах: на ели (23 вида), сосне (16 видов), березе (14 видов).

В данном типе ландшафта в течение двух лет наблюдений зарегистрированы 6 видов, включенных в Красную книгу Республики Карелия (Красная., 2020): *Cortinarius violaceus* (L.) Gray, *Lepista nuda* (Bull.) Cooke, *Junghuhnia collabens* (Fr.) Ryvarden, *Leptoporus mollis* (Pers.) Quél., *Pholiota squarrosa* (Vahl) P. Kumm., *Stropharia aeruginosa* (Curtis) Quél. Также выявлены 6 индикаторных и 4 специализированных вида для биологически ценных лесов (Андерссон и др., 2009). В последующие годы возможны находки и других редких видов, поскольку условия для их плодоношения зависят от климатических особенностей вегетационного периода, в первую очередь, от температуры и количества осадков.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания КарНЦ РАН (Институт леса КарНЦ РАН).

Список литературы

1. Андерссон Л., Алексеева Н.М., Кузнецова Е.С. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов. СПб., 2009. 258 с.
2. Волков А.Д., Громцев А.Н., Еруков Г.В., Караваев В.Н. и др. Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1990. 284 с.
3. Красная книга Республики Карелия / Гл. редактор О. Л. Кузнецов. Белгород: Константа, 2020. 448 с.

ВИДЫ ГРИБОВ, РЕКОМЕНДОВАННЫЕ В КРАСНУЮ КНИГУ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ КРИТЕРИЕВ РЕДКОСТИ МСОП (IUCN)

Ребриев Ю. А.

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41

e-mail: rebriev@yandex.ru

Ключевые слова: критерии отбора, оценка видов, изменения в Красной книге

FUNGI SPECIES RECOMMENDED IN THE RED BOOK OF THE ROSTOV REGION, TAKING INTO ACCOUNT THE IUCN PARITY CRITERIA

Rebriev Yu. A.

Keyword: selection criteria, evaluation of species, changes in the Red Book

Критерии отбора видов МСОП только частично совпадают с таковыми, употреблявшимися в России, прежде всего потому, что в последних отсутствуют количественные показатели. В связи с этим возникало немало несоответствий и недоразумений при определении природоохранного статуса вида и приведении его к международным стандартам. Отнесение к категории МСОП требует тщательного оценивания по соответствующим критериям, но в ряде случаев разное понимание объема категорий приводит к субъективной оценке, а также к разноголосице в соотношении статусов российских Красных книг и МСОП.

Неоднозначность трактовки усугубляется, когда речь заходит об оценке видов грибов. Это можно объяснить тем, что многие критерии МСОП сложно применить к «невидимым» организмам, вегетативное тело которых скрыто в субстрате и учет ведется, в основном, по эфемерным и спорадически появляющимся плодовым телам. Однако определяющим является соответствие состоянию таксона хотя бы одного критерия и не важно, что остальные критерии могут не соответствовать ему или вообще быть неподходящими (Красная книга МСОП, 2001), т.е. система может работать и в отношении грибов.

В первом издании Красной книги Ростовской области (далее КК РО) 2004 года было включено 44 вида грибов (без лишайников). В ходе работы над подготовкой второго издания (2014 год) 18 было исключено, 11 добавлено, итоговый список составил 37 видов.

В настоящее время начата работа над подготовкой третьего издания. Анализируя список КК РО, можно вычленив большую группу видов, отмечаемых часто (или даже всегда в условиях области) в антропогенных местообитаниях, а также видов с широкими экологическими нишами. Даже без количественных оценок по критериям МСОП можно поставить под сомнение необходимость охраны 19 видов. Но исключение из охранного списка значительного числа видов, многие из которых очень редко отмечаются в России и в мире, – не самое лучшее решение. Более разумным видится перевод части таких видов в мониторинговый список с категорией DD, что сохранит повышенное к ним внимание специалистов и даст надежду на получение новой адекватной информации о них. В мониторинговый список, либо в основной с категорией DD, можно рекомендовать: *Agaricus litoralis*, *Agaricus lutosus*, *Leucoagaricus barssii*, *Leucoagaricus moseri*, *Leucoagaricus pilatianus*, *Leucoagaricus wichanskyi*, *Myriostoma coliforme*. К исключению предлагаются те виды, по которым есть достаточно сведений, позволяющих оценить состояние их популяций в Ростовской области и сделать вывод об отсутствии угроз. Таких 12 видов.

«В сухом остатке» остается 19 видов. Учитывая сложность оценки численности популяций и доли в них половозрелых особей, адекватная оценка редкости видов по критериям А, С, D не представляется возможной. Оценка редкости проводилась по критерию В (географическое распространение: ареал и местообитание). О правомерности использования этого критерия говорят приуроченность большинства видов к определенному

спектру растительных сообществ и высокая фрагментированность этих сообществ. Большинство видов получило оценку исчезающий: EN, что связано с относительно малыми площадями естественных экосистем, их сильной фрагментированностью и деградацией. Однако очевидно, что применяемые в планетарном масштабе количественные показатели ареала и местообитания нуждаются в некоем «понижающем коэффициенте» при региональных оценках. Проблема масштаба и использования критериев на региональном уровне рассматривается в некоторых работах. Допускается, что глобальная оценка редкости вида может не соответствовать региональной или национальной.

РЕДКИЕ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ К ОХРАНЕ В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ ВИДЫ МАКРОМИЦЕТОВ С ГИПОГЕННЫМИ ПЛОДОВЫМИ ТЕЛАМИ

Сарычева Л. А.

Заповедник «Галичья Гора», Липецкая обл., Задонский р-н, с. Донское, ул. Набережная,
217, 2

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Университетская площадь, 1
e-mail: vssar@yandex.ru

Ключевые слова: три вида сумчатых грибов, распространение, критерии охраны.

RARE AND RECOMMENDED FOR PROTECTION IN THE LIPETSK REGION SPECIES OF MACROMYCETES WITH HYPOGENIC FRUITING BODIES

Sarycheva L. A.

Keywords: three species of Ascomycota, distribution, protection criteria.

Макромицеты с гипогенными (подземными или полуподземными) плодовыми телами – сборная группа, к которой относятся виды из различных таксонов. Особенности экологии и биологии развития гипогенных грибов затрудняют их поиск и визуальное наблюдение, следствием чего является отсутствие объективных оценок их встречаемости и численности. В результате многолетних наблюдений в Липецкой области выявлено 5 видов гипогенных грибов, относящихся к 3 родам, 3 семействам, 3 порядкам, 3 классам и 2 отделам, редких не только для областей Центрального Черноземья, но и для многих регионов России. Несмотря на длительный период наблюдений, в области количество их находок ограничено 1-2 местами обитания. Все собранные образцы плодовых тел хранятся в Микологическом фондовом гербарии заповедника «Галичья гора».

Сумчатые грибы (отдел Ascomycota) представлены тремя видами: *Choiromyces venosus* (Fr.) Th. Fr. (*Ch. meandriformis* Vittad.), *Elaphomyces muricatus* Fr. (*E. variegatus* Vittad.) Fr. и *Elaphomyces granulatus* Fr. Из базидиальных грибов (отдел Basidiomycota) выделены: *Melanogaster ambiguus* (Vittad.) Tul. et C. Tul. и *Melanogaster bromeanus* Berk. Данные грибы относятся к голарктическим видам с широким ареалом, но встречаются редко, спорадически. Это симбиотрофные грибы, образующие микоризу с листовыми и хвойными видами растений. В Липецкой области *Choiromyces venosus* выявлен в сосновых насаждениях, оба вида *Elaphomyces* ассоциированы с дубом черешчатым, а виды *Melanogaster* – с березой повислой.

Сведений о распространении на территории России указанных видов (за исключением *Choiromyces venosus*) крайне мало. Например, для *Melanogaster ambiguus* в России достоверно известно всего 4 местонахождения. Во многих регионах данные виды грибов взяты под охрану или предлагаются к включению в основные или мониторинговые списки видов, нуждающихся в охране. Так, *Choiromyces venosus* включен в Красные книги Новгородской (2011) и Псковской (2018) областей, республик Мордовия (2017), Татарстан

(2006), Чувашия (2020), во Владимирской (2014) и Тульской (2021) областях занесены в мониторинговый список, в Калининградской (2018) и Липецкой областях предложен к охране. *Elaphomyces granulatus* включен в Красную книгу Кузбасса (2021) и в Липецкой области предлагается к внесению в мониторинговый список. *Elaphomyces muricatus* предложен к охране в Калининградской (2018) и Липецкой областях. *Melanogaster ambiguus* включен в Красную книгу Нижегородской области (2017), в Липецкой области предлагается к охране. *Melanogaster bromeanus* включен в Красную книгу Новосибирской области (2018), в Липецкой области предлагается к внесению в мониторинговый список.

При очевидной редкости и уязвимости этих видов внесение их в региональные Красные книги на данный момент остается дискуссионным, поскольку противоречит принципам формирования списка охраняемых видов, установленных в России (Стратегия сохранения, 2004; Методические..., 2006). Также методы их охраны в естественной среде обитания носят, в основном, декларативный характер. Из реальных методов охраны традиционно выделяются наблюдения за состоянием известных популяций и выявление новых мест их обитания, в первую очередь на существующих особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

В Липецкой области из всех известных мест обитания вышеуказанных видов только 2 точки их обнаружения находятся на ООПТ, остальные - в местах, подвергающихся антропогенному воздействию. Несомненно, в регионе необходимо дальнейшее исследование гипогенных грибов, а также разработка и утверждение единых подходов их охраны.

CALOBOLETUS RADICANS (PERS.) VIZZINI – СМЕНА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РЕДКОГО ВИДА ИЛИ РЕЗУЛЬТАТ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ?

Светашева Т. Ю.¹, Иванов А. И.², Потапов К. О.³

¹Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула, просп. Ленина, 125, корп. 4

²Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30

³Казанский федеральный университет, г. Казань, Кремлёвская ул., 18, корп. 1
email: foxtail_svelt@mail.ru

Ключевые слова: распространение, встречаемость, экология, динамика находок.

CALOBOLETUS RADICANS (PERS.) VIZZINI – A CHANGE IN THE ECOLOGICAL STRATEGY OF A RARE SPECIES OR THE RESULT OF GLOBAL WARMING?

Svetasheva T. Yu., Ivanov A. I., Potapov K. O.

Keywords: distribution, occurrence, ecology, dynamics of finds.

Болет укорененный - *Caloboletus radicans* (Pers.) Vizzini (Boletaceae, Agaricomycetes) в последние годы стал хорошо известен не только микологам, но и грибникам европейской части России. Еще не так давно, в 2000-2010 гг. *C. radicans* считался «понятным» видом с ясно очерченной и довольно узкой экологической нишей (термофильность, кальцефильность, приуроченность к естественным светлым широколиственным лесам), был редок в регионах умеренного климата и поэтому во многих областях средней России вносился в Красные книги (КК). Однако в настоящее время картина его распространения и экологических предпочтений изменилась, постепенно этот вид становится все более обыкновенным, и в некоторые годы обильно плодоносящим, а для грибников – раздражающим горьким двойником промысловых трубчатых грибов.

Ниже приведена небольшая справка о распространении, встречаемости и экологии *C. radicans* в течение 1970-2022 гг. в ряде регионов России, для которых были доступны искомые сведения (в литературе, базах данных в интернет-ресурсах, из устных сообщений):

1) вид обычен в определенных типах сообществ: Волгоградская (пойменные дубравы), Калининградская (дубово-грабовые леса) области, Крым (сухие широколиственные леса); изменения численности в пределах флуктуации.

2) вид был редок в период 1970-2010 гг., отмечался преимущественно в светлых лесах с участием дуба на карбонатных почвах; в период 2010-2022 гг. – увеличение ареала (с продвижением на север) и встречаемости (число находок возросло в среднем в 10-20 раз) расширение экологической ниши (различные типы лесов с участием дуба и березы, вплоть до чистых березняков; почвы от карбонатных до нейтральных и слабо-кислых): Пензенская и Тульская области, Башкортостан, Татарстан, Чувашия.

3) вид редок, встречается локально, в узко ограниченном круге сообществ, в ряде местонахождений появился после 2013: Санкт-Петербург (старинные парки со старовозрастными дубами, обнаружен в 2014 г.); Московская область (склоновые остепненные луга с дубами и березами, обнаружен в 2017 г.), Пермская область, ООПТ «Гора Подкаменная» (березняки на карбонатных почвах, обнаружен в 2007, популяция стабильна);

4) число находок вида невысокое, но относительно стабильное (либо широких исследований по региону не проводилось /либо имеющихся сведений недостаточно), отмечается в исходно типичных для вида сообществах: Липецкая, Белгородская, Оренбургская, Самарская, Саратовская области, республика Мордовия.

В качестве примеров приведем более детальные сведения о находках *C. radicans* в Пензенской, Тульской областях и Республике Татарстан в течение 2000-2022 гг.

Пензенская область. До 2011 г встречался только по дубовым редколесьям, рассматривался как редкий вид, был внесен в КК Пензенской области (2002, 2013). К 2023 г был обнаружен более, чем в 40 местообитаниях, как в редколесьях на кисловатых светло-серых почвах, так и в пойменных лесах на темно-серых карбонатных почвах; в 2021 г плодоносил массово во всех известных точках. В следующее издание КК не рекомендован.

Тульская область. До 2010 г. было известно 2 местонахождения на опушках остепненных дубрав лесостепной и широколиственной зон области, внесен в КК Тульской области (2010). К 2023 г. – более 20 точек, а также множество свидетельств грибников о массовом плодоношении на опушках широколиственных лесов, в широколиственных и березовых посадках, на разных типах почв. Появились находки в северной хвойно-широколиственной части области. Во второе издание КК (2021) не включен.

Татарстан. До 2016 – 4 местонахождения, к 2023 – десятки сообщений из разных районов республики. Имеются находки в естественных лесах с участием дуба на карбонатных почвах, в березовых посадках, вероятно, на нейтральных почвах, а также в городских парках.

На основании изложенных данных можно сделать следующие выводы: 1) на текущий момент основной ареал *C. radicans* в европейской России размещается в лесостепной, степной и широколиственной зонах, однако вид расширяет границы ареала, постепенно продвигаясь к северу, и отчасти к востоку, заходя в таежную зону по экстразональным широколиственным или лесостепным сообществам, а также по интразональным антропогенным местообитаниям; 2) наблюдается тенденция к расселению в городской черте, что свидетельствует о высокой толерантности вида к ряду антропогенных факторов (например, уплотнение, иссушение и загрязнение почвы); 3) по краям ареала, а также в условиях города вид способен образовывать микоризу с нетипичным для него симбионтом – березой; 4) для вида наиболее предпочтительны плодородные почвы с повышенным содержанием кальция, однако он способен обитать на относительно более бедных нейтральных и слабокислых почвах; 5) вид отличается высокой термоустойчивостью

(массовые плодоношения отмечаются при среднесуточных температурах более 25 градусов) и засухоустойчивостью (способен плодоносить при минимальном количестве осадков).

Таким образом исходные экологические предпочтения вида, а также выявленная экологическая пластичность благоприятствуют более широкому расселению *C. radicans* в условиях наблюдающегося глобального потепления.

Авторы искренне благодарят коллег за подробные сведения о встречаемости и экологии *C. radicans* в разных регионах России, а также всех грибников и любителей природы за загрузку сведений о находках вида в интернет-ресурсы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ *GANODERMA APPLANATUM* ПРИ КРИОКОНСЕРВИРОВАНИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ КЛЕТОК

Сергушкина М. И.^{1,2}, Попыванов Д. В.², Соломина О. Н.¹,
Зайцева О. О.¹, Худяков А. Н.¹

¹ Институт физиологии Федерального исследовательского центра Коми научный центр
Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 50

²Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, г. Киров,
ул. Ленина, д. 166а
e-mail: mara.kovalkova@mail.ru

Ключевые слова: полисахариды, окисление липидов, антиоксидантная активность, подвижность сперматозоидов.

USE OF POLYSACCHARIDES OF *GANODERMA APPLANATUM* CULTURE FLUID IN CRIOPRESERVATION OF REPRODUCTIVE CELLS

Sergushkina M. I., Popyvanov D. V., Solomina O. N., Zaitseva O. O., Khuddyakov A. N.

Keywords: polysaccharides, lipid oxidation, antioxidase activity, sperm motility

Публикации последних лет свидетельствуют о расширении спектра биологического действия полисахаридов базидиальных грибов. Кроме иммуномодулирующего, гепатопротекторного, антиоксидантного и др. эффектов выявлена их способность повышать устойчивость биообъектов к неблагоприятному действию холода. В данной работе с помощью хемилюминисцентного метода (БХЛ-07, Россия) и метода световой микроскопии (Olympus CX43, Япония) изучено влияние полисахаридов Трутовика плоского на интенсивность перекисного окисления липидов, антиоксидантную активность и подвижность сперматозоидов быков до и после замораживания (-5°C). В работе использован изолят *Ganoderma applanatum* GA1 из коллекции Лаборатории биотехнологических методов селекции сельскохозяйственных растений ФАНЦ Северо-Востока.

Фракция полисахаридов была получена путем высушивания культуральной жидкости после 20 сут. культивирования изолята GA1 на магнитной мешалке в жидкой среде из пивного суслу, разведенного до 4 градусов по Баллингу. Для разбавления и консервации спермы использована среда Андромед ("Minitub GmbH", Германия) согласно инструкции ее применения. В опытной серии данного исследования в замораживаемой биологической среде присутствовал полисахаридный раствор *Ganoderma applanatum* в концентрации 0.25%, 0.5%, 1%. Замороженные образцы в криопробирках ("Minitub GmbH", Германия), по 0.5 мл хранили в течении 4, 7, 10 и 14 суток при -5°C в термостате воздушном лабораторном ТВЛ-К (Россия). Быстрый отогрев проводили при +37°C в водяной ванне в течении 5 секунд. Показано, что при смешивании спермы перед замораживанием со средой Андромед показатели интенсивности перекисного окисления липидов и антиоксидантной активности снижаются, однако при наличии в среде полисахаридов в концентрации 0.25 и 0.5% значения

показателей не меняются, а в концентрации 1% повышаются. При это показатель подвижности спермиев в каждом случае снижается до 70% от исходного. Указанные особенности на подготовительном этапе криоконсервирования оказывают влияние на сохранность спермы при ее отогреве через разные сроки хранения при -5°C. Так, например, через 10 суток экспозиции самый низкий уровень антиоксидантной активности зафиксирован в среде спермы с Андромедом, а самый высокий в среде спермы с Андромедом и полисахаридами в концентрации 0.5%. Данная особенность установлена и для показателя подвижности гамет после отогрева. Через 14 суток хранения отличий между серией Андромед и Андромедом+полисахариды в разных концентрациях не выявлено. Таким образом, наличие в замораживаемой биологической среде полисахаридной фракции *Ganoderma applanatum* в концентрации 0.5% способствует более эффективной сохранности сперматозоидов быка и может быть использована при разработке новых технологий консервирования репродуктивных клеток при температуре -5°C.

АНАЛИЗ ТРЕНДОВ ТРАНСФОРМАЦИИ МИКОБИОТЫ ПРИ ГОРОДСКОМ ПОЧВЕННОМ КОНСТРУИРОВАНИИ В РАЗНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОНАХ

Сидорова Т. А., Иванова А. Е., Умарова А. Б.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12

e-mail: tayaxozi@gmail.com

Ключевые слова: трансформация, слоистые почвы, смешанные почвы, изменения микобиоты.

ANALYSIS OF MYCOBIOTA TRANSFORMATION TRENDS IN URBAN SOILCONSTRUCTION IN DIFFERENT NATURAL ZONES

Sidorova T. A., Ivanova A. E., Umarova A. B.

Keywords: transformation, layered soils, mixed soils, mycobiota changes.

С увеличением территорий городских агломераций на первое место выходит вопрос о поддержании продуктивности городских экосистем и плодородия городских почв. В наше время практика содержания городских территорий включает не только преобразование существующих почв и ландшафтов, но и создание совершенно новых. Целью научного эксперимента являлось исследование трансформации свойств микобиоты почвенных конструкций в ряде городов Европейской части РФ в разных климатических условиях: Сыктывкар (зона средней тайги), Москва (зона южной тайги), Краснодар (зона степей), Майкоп (лесостепная зона, выраженная вертикальная зональность), Сочи (зона субтропических лесов), Симферополь (степная зона и предгорье). Почвенные конструкции закладывались двух типов сложения: слоистые и смешанные. Исходные субстраты для создания конструкций идентичны. По составу и структуре культивируемого сообщества можно делать выводы об активно метаболизирующем пуле почвенных грибов. Методом посева получены данные по составу и структуре микобиоты почвенных конструкций, прослежены изменения почвенной микобиоты с момента создания и в течение первого года функционирования искусственных почв. Для анализа функциональной структуры культивируемых грибов и оценки степени присутствия важных трофических групп грибов использовали селективные среды: картофельно-декстрозный агар для выделения грибов-слабых фитопатогенов; среду Чапека для неспецифического сапротрофного сообщества; среду Сабуро для оценки группировки, использующей белковые субстраты.

Функциональную активность сообщества оценивали методом мультисубстратного тестирования.

Анализ изменения грибного сообщества и функционального разнообразия показал, что скорости протекания трансформации (сукцессии) грибного сообщества различны, в почвах Москвы и Сыктывкара она протекает медленнее, и за год сообщество сохраняет основные черты исходного, в то время как в южных городах скорость изменения выше. За год использования микобиота конструкций значительно трансформируется.

Биологические свойства вмещающего урбанозема оказывают влияние на смонтированную почвенную конструкцию, в которой увеличивается доля аборигенных видов. В особенности показано для южных почв, где доля новых видов составляет половину и более от общего состава сообщества. Это представители родов *Chaetomium*, *Acremonium*, *Raecilomyces*, а также стерильные морфотипы. В слоистых конструкциях в Краснодаре даже возрастает обилие грибов рода *Penicillium*, не характерных для данной природной зоны. При этом смешанные конструкции в разных зонах имели сходный профиль наблюдаемых изменений численности грибных пропагул на всех питательных средах, в то время как слоистые конструкции показывали большее разнообразие изменения количества различных трофических групп по почвенному профилю.

Методом мультисубстратного тестирования подтверждены данные посевов. Грибной пул конструкций не только более разнообразен, чем в окружающем урбаноземе, но и функционально более активен в первый год после создания конструкций.

С помощью статистических методов анализа показано, что в большей степени на состав и разнообразие грибного сообщества конструкций влияет климатический фактор (география городов, режим увлажнения) и неместное происхождение материала, а также глубина почвенного слоя. Временной фактор менее значим в северных городах, значительное изменение численности и разнообразия микобиоты через год, свойственно почвам южных городов. Достоверное отличие для типов сложения конструкции (слоистая или смешанная) наблюдается только в рамках города-источника происхождения субстратов (Москва).

ЭЛИСИТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ МИЦЕЛИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ АСКОМИЦЕТОВ, СПОСОБНЫХ К ЭНДОФИТНОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ

Сокорнова С. В., Алексеева А. Н.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Санкт-

Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 3

e-mail: sv Sokornova@vizr.spb.ru

Ключевые слова: энтомопатогенные, фитопатоген, культура клеток, мицелиальные экстракты.

ELISITOR ACTIVITY OF MYCELIUM OF SOME SPECIES OF ASCOMYCETES CAPABLE OF ENDOPHYTIC LIFESTYLE

Sokornova S. V., Alekseeva A. N.

Keywords: entomopathogenic, phytopathogen, cell culture, mycelial extracts

Микромицеты и их метаболиты могут выступать в роли элиситоров, повышая устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Механизмы такого воздействия могут быть различными. Например, при эндофитном образе жизни энтомопатогенные микромицеты *Beauveria bassiana* и *Lecanicillium* spp. сдерживают развитие заболевания растения-хозяина в первом случае за счет биологически активных соединений, а во втором за счет элиситорной активности (Ownley et al., 2010).

Скрининг более 50 штаммов из коллекции чистых культур ФГБНУ ВИЗР позволил выявить ряд микромицетов: энтомопатогенов *Beauveria pseudobassiana* ВCu22, *Beauveria caledonica* ВCu16 и фитопатоген *Calophoma complanata* 32.121, мицелиальные экстракты которых проявляли элиситорную активность.

Целью данной работы было выявление особенностей проявления элиситорного эффекта на клеточную культуру *Nicotiana tabacum* ВУ-2, при обработке экстрактами и фракциями различного происхождения.

Культуру клеток *Nicotiana tabacum* ВУ-2 выращивали на жидкой питательной среде Линсмайера-Скуга с добавлением 0.2 мг/л фитогормона 2,4-D в культуральных 24-х луночных планшетах без освещения на орбитальной качалке при 110 об/мин.

Глубинный мицелий грибов выращивали на сахарозо-соевой питательной среде (Сокорнова, Берестецкий, 2018), среде Чапека с витаминами с добавлением 10% глицерина и без него до начала стационарной фазы роста. Спиртовую экстракцию мицелия и анализ метаболома экстрактов осуществляли согласно Sokornova et al. (2020). Накопление активных форм кислорода оценивали на каллусных клетках *Nicotiana tabacum* ВУ-2, путем их окрашивания прижизненным красителем 2',7'-дихлородигидрофлуоресцеин диацетатом в концентрации 1 мкМ и последующим измерением интенсивности флуоресценции в зеленой области спектра (511 нм). Для этого к 12-ти часовой культуре клеток (10^6 клеток/мл) добавляли мицелиальный экстракт в конечной концентрации 0.025%. Для прижизненной окраски 2',7'-Дихлородигидрофлуоресцеин диацетатом, краситель вносился в культивируемые клетки до конечной концентрации 1 мкМ за 30 мин до измерения, согласно протоколу производителя (<https://ru.lumiprobe.com/p/h2dcfda>). Пробы анализировали при 330 нм на микроскопе Leica DMRXA в режиме флуоресценции с зеленым фильтром. Для количественной оценки интенсивности флуоресценции, соответствующей накоплению АФК микроснимки анализировались с помощью программы Leica LAS AF Lite 4.0.

Во всех анализируемых вариантах динамика накопления АФК была сходной, максимальная флуоресценция наблюдалась через 4-5 ч после обработки растительных клеток. Через 8-12 часов после обработки в клетках *Nicotiana tabacum* ВУ-2 выявлялся фитоалексин капсидиол. Наибольшую элиситорную активность проявляла фракция, полученная из спиртового экстракта мицелия *Calophoma complanata* 32.121, обогащена аминокислотами и соединениями пептидной природы.

Таким образом, в ответ на обработку мицелиальными экстрактами исследуемых грибов растительных клеток мы наблюдаем в начале окислительный взрыв, а затем накопление фитоалексинов, то есть классическое проявление элиситорной активности. В дальнейшем мы планируем оценить особенности влияния различных фракций на этот процесс.

Сокорнова, С.В., Берестецкий, А.О. Получение вирулентного глубинного мицелия *Stagonospora cirsii* C-163 – потенциального микогербицида для борьбы с бодяком полевым *Cirsium arvense* (L.) Scop. // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 5. С. 1054–1061.

Ownley, B.H., Gwinn, K.D. & Vega, F.E. Endophytic fungal entomopathogens with activity against plant pathogens: ecology and evolution. // BioControl. 2010. Vol. 55. PP. 113–128.

Sokornova, S.V., Frolova, G.M., Gusenkov, E.A., Malygin, D.M., Shavarda, A.L. Structural lipids and carbohydrates of the deep mycelium of phoma-like micromycetes, potential mycoherbicides // BIO Web of Conferences 23. 2020. 02011

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭПИЛИТНЫХ ЛИСТОВАТЫХ ЛИШАЙНИКОВ В РАЗНЫХ БИОТОПАХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Сони́на А. В., Бобко А. С., Цунская А. А., Румянцева А. Д.
Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33
e-mail: angella_sonina@mail.ru

Ключевые слова: анатомические и физиологические особенности, спектр местообитаний, фотобионты, пигменты.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF EPILITIC LEAFY LICHENS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KARELIA

Sonina A. V., Bobko A. S., Tsunskaya A. A., Rumyantseva A. D.

Keywords: anatomical and physiological features, habitat spectrum, photobionts, pigments.

Изучены анатомические и физиологические особенности эпилитных видов лишайников листоватой жизненной формы: *Parmelia saxatilis* (L.) Ach., *Physcia caesia* (Hoffm.) Fürnr., *Ph. dubia* (Hoffm.) Lettau, *Umbilicaria hyperborea* (Ach.) Hoffm., *U. torrefacta* (Lightf.) Schrad., обитающих на территории Карелии в скальных растительных сообществах (Петрозаводский городской округ, Прионежский район, Муезерский район) и на супралиторали побережья Белого моря (Беломорский район). Ширину слоев фотобионта и микобионта в талломах измеряли окуляр-микрометром с использованием бинокля МСП-2 и микроскопа МИКМЕД-6. С одного местообитания анализировали не менее 5 талломов каждого вида, сделано не менее 200 измерений толщины слоев. Определение фотосинтетических пигментов выполнено спектрофотометрически. Пигменты определяли в образцах с трехкратной биологической повторностью и девятикратной химической. Изменчивость измеренных показателей оценивали коэффициентом вариации (CV). Для сравнения выборок по одним видам из разных местообитаний использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни, для корреляционного анализа – непараметрический W-критерий Кендала.

Наибольший спектр местообитаний: скальные и каменные поверхности в лесных сообществах и на супралиторали во всех точках сбора, занимали облигатные эпилиты *P. saxatilis* и *U. torrefacta*. Только в лесных сообществах собраны талломы *U. hyperborea* и только на супралиторали – *Ph. caesia*, *Ph. dubia*. Несмотря на то, что фотобионты изучаемых видов относятся к близкородственным таксонам (одноклеточные зеленые водоросли рода *Trebouxia*), выявлена значительная вариабельность количества фотосинтетических пигментов в талломах разных видов и в разных биотопах. Расчетные показатели: отношение хлорофиллов и отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам более стабильны (CV<10 %) для видов *P. saxatilis* и *U. torrefacta*. При этом у вида *P. saxatilis* с увеличением толщины альгального слоя увеличивается и количество фотосинтетических пигментов ($R^2=0.57$, $p<0.05$), тогда как у *U. torrefacta* такой связи не выявлено. Для вида *Ph. caesia*, который занимает схожие биотопы с лишайниками *Ph. dubia* и *U. torrefacta*, отмечена стабильность значений толщины слоев, образованных и фотобионтом, и микобионтом (CV<10 %) при значительном варьировании количества и расчетных значений фотосинтетических пигментов (CV>20 %). *Ph. dubia* и *U. hyperborea* показали высокую изменчивость как по значениям толщины слоев микобионта и фотобионта в талломах, так и по количеству фотосинтетических пигментов. Обобщив полученные данные, выделяются виды лишайников со структурной адаптацией к условиям среды за счет варьирования анатомических слоев обоих бионтов в талломе (*U. torrefacta*); с функциональной адаптацией – за счет варьирования содержания фотосинтетических пигментов при стабильности толщины слоев (*Ph. caesia*); со структурно-функциональной адаптацией, когда адаптация к условиям среды

достигается как за счет варьирования структуры таллома, так и количества фотосинтетических пигментов (*Ph. dubia*, *U. hyperborea*) или когда прослеживается очевидная связь изменения содержания пигментов с изменением толщины слоев таллома (*P. saxatilis*).

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 075-03-2023-128).

ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

Стороженко В. Г.
Институт лесоведения РАН,
Московская область, г. Одинцово, с. Успенское, ул. Советская, 21
e-mail: lesoved@mail.ru

Ключевые слова: саморегулирующийся организм, гетеротрофы, деструкция, логика процесса.

WOOD-DESTROYING FUNGI AND SUSTAINABILITY OF FOREST COMMUNITIES

Storozhenko V. G.

Keywords: self-regulating organism, heterotrophs, destruction, logic of the process.

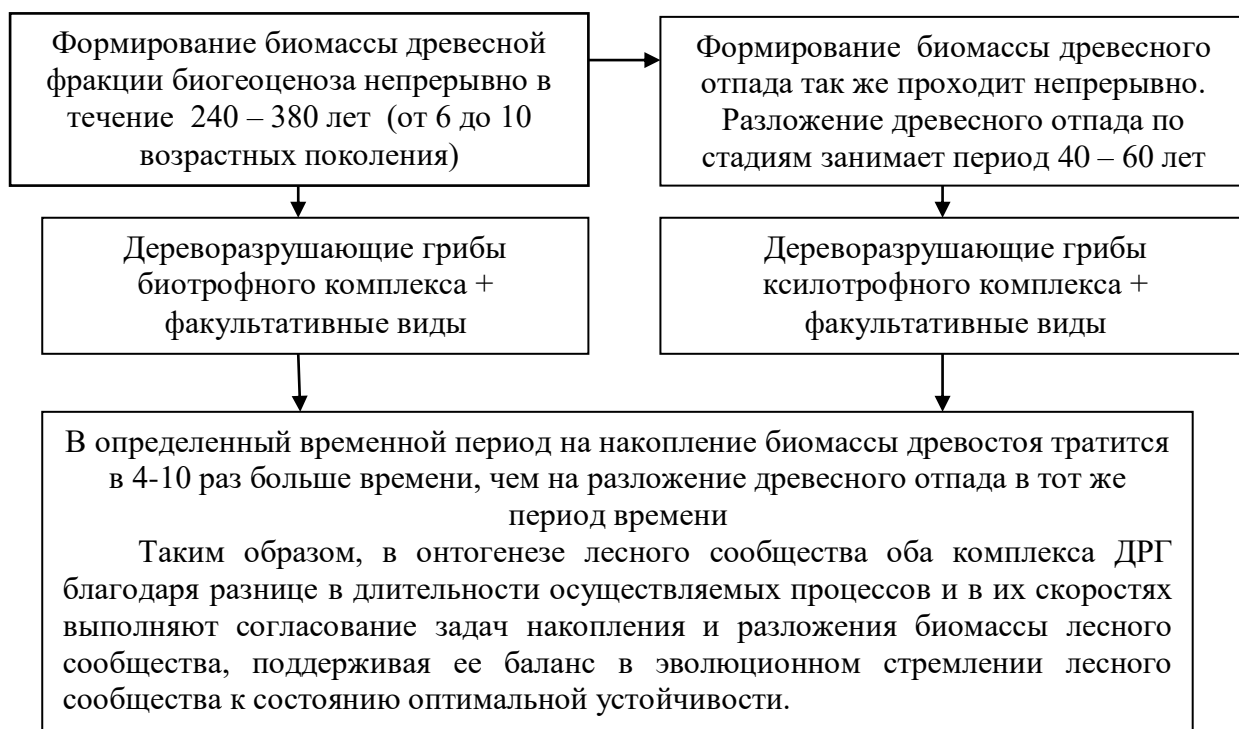
Устойчивость лесов признается одной из основных парадигм современных научных направлений в лесной отрасли. Вместе с тем приходится признать, что в этой проблеме на протяжении долгого периода остается не до конца определенным важнейший вопрос о том, каким образом коренному лесному сообществу, развивающемуся естественным путем, удастся формировать в своем онтогенезе это качество и удерживать его тысячелетиями, несмотря на постоянные экзогенные воздействия. Попытаемся ответить на этот вопрос несколькими основными позициями.

1. Лесное сообщество – саморегулирующийся организм, в составе которого входят как автотрофы, формирующие и поддерживающие его биомассу, так и гетеротрофы, разлагающие её на различных этапах онтогенеза сообщества. Давно определено, что именно баланс биомассы, формируемой автотрофами и разлагаемой гетеротрофами, является тем решающим условием, которое определяет устойчивость лесных сообществ.

2. В состав гетеротрофов входят организмы разных доменов, классов и многих таксономических групп организмов живой природы (Карл Ричард Вёзе, 1987). Многие из них участвуют в жизни лесов. В их составе важной группой организмов являются дереворазрушающие грибы (ДРГ).

3. Основная функция ДРГ – деструктивная, ответственная за разложение древесины разного состояния до положения гумуса почвы: биотрофы разлагают древесину живых деревьев, вызывая гнили и ослабление деревьев. Ксилотрофы разлагают древесный отпад, Факультативные виды обеспечивают непрерывность всего процесса.

4. Логика этого процесса имеет следующее содержание.



Список литературы

1. Woese, C. R. Bacterial evolution (англ.) // Microbiol Rev. 1987. Vol. 51, no. 2. P. 221-27
2. Стороженко В.Г. Устойчивые лесные сообщества. Теория и эксперимент. М. Гриф и К. 2007. 190 с.

РОД *GUIGNARDIA* VIALA ET RAVAZ В КАЗАХСТАНЕ: ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Сыпабеккызы Г., Рахимова Е. В., Кызметова Л. А., Асылбек А. М.
Институт ботаники и фитоинтродукции, г. Алматы, ул. Тимирязева 36Д
e-mail: gulnaz_92_21@mail.ru

Ключевые слова: видовой состав, растения-хозяева, распространение, культивируемые растения.

GENUS *GUIGNARDIA* VIALA ET RAVAZ IN KAZAKHSTAN: SPECIES COMPOSITION AND DISTRIBUTION

Sypabekkyzy G., Rakhimova E. V., Kyzmetova L. A., Asylbek A. M.

Keywords: species composition, host plants, distribution, cultivated plants

Род *Guignardia* Viala et Ravaz описан Пьером Виала и Луи Этьеном Равазом в 1892 году, относится к семейству *Phyllostictaceae* Fr. и насчитывает 186 видов [1]. Грибы этого рода являются паразитами, реже сапротрофами на стеблях, листьях, плодах травянистых растений и кустарников. Некоторые из них являются особо вредоносными для культивируемых растений, в частности вид *Guignardia bidwelli* (Ellis) Viala & Ravaz вызывает черную гниль ягод винограда, а на листьях развивается его конидиальная стадия. Конидиальные стадии *Guignardia* относятся к родам *Diplodina* West., *Phoma* Sacc,

Gloeosporium Desm. et Mont. [2]. Целью нашей работы являлось выявление видового состава рода *Guignardia*, растений-хозяев и их распространение по территории Казахстана.

Материалом для исследований послужили собственные сборы, а также гербарные образцы, хранящиеся в микологическом гербарии Института.

Из рода *Guignardia* на территории Казахстана отмечены 9 видов: *Guignardia abietella-sibirica* (Schwarzman & Tartenova) Vasyag. – на *Abies sibirica* Ledeb.; *G. alhagi* Bubák – на *Alhagi pseudalhagi* (M. Bieb.) Desv. ex Wangerin; *G. apocyni* (Ellis & Everh.) Vasyag – на *Poa cynosuroides* (Schrenk) Baill; *G. caricicola* (Fuckel) Vasyag. – на *Carex stenocarpa* Turcz. ex V. Krecz. и *Carex* sp; *G. dodartiae* Nasyrov ex Vasyag. – на *Dodartia orientalis* L.; *G. herbarum* Vasyag. – на *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. и *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl.; *G. polygoni* Reusser – на *Atraphaxis frutescens* (L.) K. Koch, *G. cirsii* Reusser – на *Lactuca serriola* L., *G. graminicola* (Rostr.) Vasyag. – на *Hierochloa odorata* (L.) P. Beauv. Вид *G. cytisi* (Fuckel) Arx & E. Müll., ранее обнаруженный в Казахстане, перенесен в род *Discosphaerina*. Виды *Guignardia* встречаются на 17 видах растений-хозяев, относящихся к 10 родам из 10 семейств: Pinaceae Lindley, Scrophulariaceae Juss, Onagraceae Juss, Cyperaceae Juss, Polygonaceae Juss, Asteraceae Bercht. & J.Presl, Fabaceae Lindl, Poaceae Barnhart, Аросунaceae Juss, Brassicaceae Burnett.

Необходимо отметить, что большее число видов отмечено в Заилийском Алатау (7). Новые местонахождения приведены для *G. dodartiae* – в Аксуйском районе, на трассе г. Талдыкурган – ст. Матай; в Енбекшиказахском районе, в горах Сюгаты; в Илийском районе, в пойменном лесу р. Курты. *G. herbarum* впервые обнаружена в Карасайском районе, в Заилийском Алатау; в Аксуйском районе, на трассе г. Талдыкурган – ст. Матай, в туранговой роще.

В целом, виды этого рода на территории Казахстана и сопредельных государств встречаются достаточно редко, в Кыргызстане отмечен только один вид [3].

Работа была выполнена при финансовой поддержке научно-целевой программы BR10264557 «Кадастровая оценка современного экологического состояния флоры и растительных ресурсов Алматинской области как научная основа для эффективного управления ресурсным потенциалом».

Список литературы

1. База данных Index Fungorum. URL:www.indexfungorum.org (дата обращения: 14.03.2023).
2. Васягина М.П., Бызова З.М., Тартенова М.А. Флора споровых растений Казахстана. Т. 12. Книга 2. Сумчатые грибы. 2. Локулоаскомицеты (Loculoascomycetes). Алматы: Наука, 1987. – 296 с.
3. Кадастр генетического фонда Кыргызстана. Том I. Грибы и растения. Часть 1. Грибы. Часть 2. Растения. Гл. ред. Э.Д. Шукуров. ЭДК «Алейне», ЭД «БИОМ». Бишкек, 2015. 368 с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МЕСТООБИТАНИЯ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭПИФИТНОГО ЛИШАЙНИКОВОГО ПОКРОВА ПОСЛЕ ПОЖАРА В СОСНЯКЕ ЗЕЛЕНОМОШНОМ

Тарасова В. Н.¹, Галёшкин Н. С.¹, Никерова К. М.², Кутенков С. А.³

¹Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33

²Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

³Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, ул.

Пушкинская, 11

e-mail: tarasova1873@gmail.com, knikerova@yandex.ru, effort@krc.karelia.ru

Ключевые слова: проективное покрытие, тип местообитания, разнообразие, результаты ординации.

INFLUENCE OF HABITAT CONDITIONS ON THE RESTORATION OF EPHRYTIC LICHEN COVER AFTER A FIRE IN A PINE FOREST WITH A GREEN MOSESSES

Tarasova V. N., Galyoshkin N. S., Nikerova K. M., Kutenkov S. A.

Keywords: projective coverage, habitat type, diversity, ordination results.

Работа выполнена методом прямого наблюдения на стационарных пробных площадях (ПП) (25×25 м) на участке свежей гари (пожар 1994 г.) и за её контурами (контроль, давность пожара 100 лет) в сосняке зеленомошном на территории заповедника «Кивач». За 26 лет описания эпифитного покрова выполнены на стволах сосны 1 раз в контроле (негоревшие деревья) и 5 раз – на участке свежей гари (живые обгоревшие деревья с полностью поврежденным эпифитным покровом). В месте описания (рамка 10×20 см) регистрировали: видовой состав и покрытие видов, высоту участка над землей (0, 130 см), экспозицию (север, юг, запад, восток) и угол наклона. В 2021 г. на двух ПП были отобраны по 40 проб корки для химического анализа. Ординация (градиентный анализ) проведена методом неметрического многомерного шкалирования (NMS) в пакете PCORD 6.0 по покрытию лишайников.

Спустя 26 лет после пожара среднее число видов лишайников у основания ствола достигло 100%, а на высоте 130 см – 76% от контрольных значений. Общее проективное покрытие лишайников – 86% и 39%, соответственно. Содержание химических элементов в корке сосны в условиях среднетаежной подзоны Карелии: N – 0.153–0.341%, P – от следовых количеств до 0.037%, Ca – 0.189–0.574%, K – 0.003–0.064%, Mg – 0.015–0.071%. Средняя величина pH – 3.09. В корке горевших деревьев выше, чем на негоревших содержание N, K, Mg, и ниже содержание P, Ca. С увеличением возраста дерева снижается содержание Mg (от 0,041 до 0,019%), и значение pH (от 3.23 до 2.95). С увеличением диаметра ствола снижается значение pH (от 3.05 до 2.91), и увеличивается содержание K (от 0.024 до 0.055%). С увеличением сквозистости древесного яруса возрастает содержание P (от следовых количеств до 0.031%) и K (от 0.017 до 0.064%). С увеличением pH возрастает содержание N (от 0.174 до 0.287%) и Mg (от 0.019 до 0.047%).

Результаты ординации показали, что высота расположения участка над землей (тип местообитания) является ведущей характеристикой, оказывающей влияние на формирование эпифитного покрова. В пределах одного местообитания (0 или 130 см) характеристики деревьев и древостоя оказывают более существенное влияние на разнообразие и покрытие лишайников, чем химические показатели субстрата.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 075-03-2023-128).

НЕРЕАЛИЗОВАННЫЙ РЕМЕДИАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГРИБОВ

Терехова В. А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12

e-mail: vterekhova@gmail.com

Ключевые слова: пластичность, изменчивость, адаптации, анализ исследований.

UNREALIZED REMEDIATION POTENTIAL OF FUNGI

Terekhova V. A.

Keywords: plasticity, variability, adaptations, research analysis.

В настоящее время биологические методы признаны наиболее экологичными способами охраны и очистки окружающей среды. Основанные на использовании метаболического потенциала биологических объектов, они имеют неоспоримое преимущество перед дорогостоящими и не всегда приносящими желаемый результат способами физического или химического удаления загрязнителей из воды и почвы. Технологии микробной биоремедиации принято позиционировать как экологически безопасные, высоко эффективные в сопоставлении с физико-химическими методами, экономичные, простые в использовании. Они основаны, как правило, на метаболической активности бактерий, а загрязняющие вещества служат источником их питания, количество которого лимитирует развитие бактериального сообщества.

Грибы и грибоподобные организмы характеризуются известной пластичностью, генетической и модификационной изменчивостью, способностью адаптироваться к широкому диапазону условий обитания. В окружающей среде грибы могут существовать в виде наземных и водных мицелиальных сапробионтов, дрожжей, симбиотических партнеров лишайников и микоризных симбионтов, связанных с корнями растений. Они образуют эктомикоризные и эндомикоризные ассоциации и могут влиять на структуру и химический состав почвы, на рост растений. Сапротрофные грибы, адаптированные к ненасыщенной водой почве или водной среде, могут размножаться спорами, приспособленными к распространению через атмосферу или воду соответственно. Гифальная структура грибных организмов позволяет находить источники питания, используя внеклеточные ферменты, расти на границе водно-воздушных сред. Помимо этого, грибы имеют целый ряд и других отличительных от бактериальных организмов особенностей.

Грибы составляют до 75% микробной биомассы почвы, а длина гиф может достигать 10^2 м/г, 10^3 м/г и 10^4 м/г для пахотных, пастбищных и лесных почв соответственно (Ritz, Young, 2004). Некоторые грибы хорошо переносят экстремальные условия окружающей среды (температуры от -5 до $+60$ °C, pH 1–9) и растут при активности воды всего 0,65, или при содержании кислорода 0,2%. Однако, несмотря на преобладание живой биомассы в почве и обилие в водных системах, грибы практически не используются в биоремедиации таких сред. Грибы обладают биохимической и экологической способностью разлагать органические химические вещества в окружающей среде и снижать риск, связанный с металлами, металлоидами и радионуклидами, либо путем химической модификации, либо путем воздействия на химическую биодоступность (Gadd, 2009).

Анализ метаболических и экологических особенностей грибов, результаты экспериментальных исследований, в том числе, и полученные нами, позволяют сделать вывод о высоком биоремедиационном потенциале живого и высушенного мицелия грибов. В частности, многие виды пригодны для иммобилизации катионов тяжелых металлов. При этом наши данные демонстрируют, что условия среды существенным образом влияют на сорбционную способность как меланизированных, так и гиалиновых форм микромицетов.

Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ (грант 22-24-00666 “Меланинсодержащие грибы техногенно нарушенных почв: индикация химического загрязнения и биотехнологический потенциал”).

Список литературы

1. Ritz K., Young I. M. Interactions between soil structure and fungi. *Mycologist* 18, 52–59 (2004).
2. Gadd G. M. Biosorption: critical review of scientific rationale, environmental importance and significance for pollution treatment. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 84, 13–28 (2009).

ГРИБНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ТВЕРДЫХ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ В ГОРОДАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ НА ПРИМЕРЕ СЫКТЫВКАРА И МОСКВЫ

Тютин В. А., Плотникова К. А., Иванова А. Е.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12

e-mail: viktoriiia-tiutina@mail.ru

Ключевые слова: воздушный аэрозоль, минеральные частицы, биологические частицы, биомасса спор.

FUNGAL COMPLEXES OF SOLID ATMOSPHERIC FALLOUT IN THE CITIES OF THE TAIGA ZONE ON THE EXAMPLE OF SYKTYVKAR AND MOSCOW

Tyutina V. A., Plotnikova K. A., Ivanova A. E.

Keywords: air aerosol, mineral partides, biological partides, spore biomass.

В настоящее время существенное внимание уделяется санитарно-гигиеническим аспектами и проблемам экологии. Одним из самых распространённых путей биологического загрязнения может стать запыление воздушной среды приземного слоя почвы твердыми атмосферными выпадениями. Всемирной организацией здравоохранения взвешенные частицы PM_{2,5} и PM₁₀ отнесены к основным загрязняющим веществам, поскольку благодаря своим размерам они могут поступать и накапливаться в разных отделах дыхательной системы и со временем вызывать различные заболевания, поэтому несут опасность для здоровья человека.

По существующим в настоящее время оценкам воздушный аэрозоль, помимо минеральных частиц, содержит и биологические частицы, в том числе грибной «аэропланктон». Микобиота аэрозолей может иметь влияние на формирование грибных сообществ в других компонентах экосистем [1]: грибные диаспоры, витающие в аэрозолях и оседающие из атмосферы воздуха на поверхность почв, могут выступать причиной изменения состава доминирующих видов и биоморфологической структуры почвенной микобиоты, накопления потенциально опасных для человека и флоры видов. Определение содержания и состава грибного аэропланктона в воздухе является важным аспектом экологической, фитопатологической и санитарно-гигиенической оценки состояния воздуха в урбозекосистемах, что обуславливает актуальность темы исследования. Целью данной работы явилась оценка уровней присутствия и состава грибного компонента в твердых атмосферных выпадениях разных функциональных зон (парковой и придорожной) городов Сыктывкара и Москвы.

Отбор проб проводили летом 2021 и 2022 годов в течение 3 суток на каждой площадке. Воздушный аэрозоль отбирали аспиратором ПУ-1Б на высоте 1,5 и 0,1 м. Твердые атмосферные выпадения отбирали методом седиментации в пластмассовые контейнеры, установленные на поверхности почвы. Биомассу грибов анализировали методом прямой люминесцентной микроскопии при окрашивании калькофлюором белым. Выделение культивируемых грибов осуществляли посевом смывов на среду Чапека. Видовую идентификацию проводили по культурально-морфологическим признакам.

Выявлено, что в составе аэрозолей на придорожной территории содержится больше грибной биомассы, чем в парковой зоне. Биомасса спор преобладает, но содержание мицелиальных фрагментов несколько выше в парковой зоне, чем у дороги. Объемы грибной биомассы в составе аэрозолей в летний период составляли ~1-2 мг/м³, на высоте дыхания человека (1,5 м) примерно в 1,5 раза меньше, чем над поверхностью почвы. Доля грибных частиц в составе фракций PM_{2,5} и PM₁₀ аэрозолей достигает в парковой зоне ~ 40%, в придорожной ~ 50%.

В составе воздушных аэрозолей и седиментов на городской территории доминируют виды микромицетов, известные как условно-патогенные, их доля в общем разнообразии составляет 60-75%. Среди доминирующих видов преобладают грибы, споры которых входят в размерные фракции пылевых частиц PM_{2.5} и PM₁₀.

Список литературы

1. Марфенина О.Е., Колосова Е.Д. Грибы приземных слоев воздуха: их экологическая роль и перспективы исследований // Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. М., 2015. С. 151-153.

ВЛИЯНИЕ ЦИНКА В СТИМУЛИРУЮЩИХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ НА СОСТАВ ЛИПИДОВ И ОСМОЛИТОВ ЦИТОЗОЛЯ ПОЧВЕННЫХ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ГРИБОВ

Федосеева Е. В.¹, Терёшина В. М.², Данилова О. А.², Януцевич Е. А.², Терехова В. А.^{1,3}

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва, Ленинский проспект, 33

²Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского, ФИЦ биотехнологии РАН, г. Москва, просп. 60-летия Октября, 7, корп. 2

³Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12
e-mail: elenfedoseeva@gmail.com

Ключевые слова: углеводы, полиолы цитозоля, запасные липиды, биомасса

EFFECT OF ZINK IN STIMULATING CONCENTRATIONS ON THE COMPOSITION OF LIPIDS AND OSMOLYTES OF CYTOSOL OF SOIL MYCELIAL FUNGI

Fedoseeva E. V., Teryoshina V. M., Danilova O. A., Yanutsevich E. A., Terekhova V. A.

Keywords: carbohydrates, cytosol polyols, stored lipids, biomass.

Загрязнение тяжелыми металлами (ТМ) способно оказывать широкий спектр негативных воздействий на почвенные грибы. В невысоких концентрациях ТМ могут проявлять стимулирующее действие на ростовые показатели микромицетов (Федосеева и др., 2022). К возможным стратегиями грибов по адаптации к неблагоприятным факторам среды относятся накопление протекторных веществ в цитоплазме и перестройка состава мембранных липидов (МЛ) (Janutsevich et al., 2016). Целью работы было изучить влияние Zn в стимулирующих концентрациях на составы углеводов и полиолов (УиП) цитозоля, МЛ и запасных липидов (ЗЛ) у почвенных мицелиальных грибов *Trichoderma harzianum*, *Clonostachys rosea* и *Fusarium oxysporum*. Для оценки и сравнения устойчивости грибов определяли эффективные концентрации Zn, вызывающие 30 и 50% ингибирование накопления биомассы (ЭК₃₀ и ЭК₅₀). Анализ состава липидов и УиП проводили при действии Zn в концентрациях, вызывающих 40-50% стимулировать накопления биомассы. Анализы липидов и УиП проводили, как описано ранее (Janutsevich et al., 2016).

Исходя из значений ЭК₃₀ и ЭК₅₀, грибы по снижению устойчивости к действию Zn располагались в ряду: *T. harzianum* > *C. rosea* > *F. oxysporum*. Изменения в составах МЛ, ЗЛ и УиП коррелировали с устойчивостью грибов к действию Zn. В составе МЛ самого устойчивого гриба *T. harzianum* под действием Zn снижалось количество фосфатидных кислот, известных как сигнальные липиды в ответ на различные стрессорные факторы (Nykiel-Szymańska et al., 2019), при этом увеличивалось количество

фосфатидилэтаноламинов, способствующих снижению текучести мембраны (Li et al., 2006). В составе УиП *T. harzianum* снижалось количество маннита, многофункционального защитного полиола (Patel and Williamson, 2016), а количество глюкозы увеличивалось. Для менее устойчивых *C. rosea* и *F. oxysporum* обнаружены противоположные изменения в составе метаболитов. Различные паттерны изменений в составе липидов и УиП *T. harzianum* и пары *C. rosea* – *F. oxysporum* позволяют предположить разные механизмы действия Zn на грибы. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №. 22-24-00799.

Список литературы

1. Ianutsevich E.A., Danilova O.A., Groza N. V., Kotlova E.R., Tereshina V.M. Heat shock response of thermophilic fungi: Membrane lipids and soluble carbohydrates under elevated temperatures. Microbiol. (United Kingdom). 2016. V. 162. №6. P. 989–999.
2. Li Z., Agellon L.B., Allen T.M., Umeda M., Jewell L., Mason A., Vance D.E. The ratio of phosphatidylcholine to phosphatidylethanolamine influences membrane integrity and steatohepatitis Cell Metab. 2006. V. 3. P. 321–331.
3. Nykiel-Szymańska J., Różalska S., Bernat P., Słaba M. Assessment of oxidative stress and phospholipids alterations in chloroacetanilides-degrading *Trichoderma* spp. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2019. №184. 109629.
4. Patel T. K., Williamson J. Mannitol in Plants, Fungi, and Plant-Fungal Interactions. Trends in Plant Science. 2016.
5. Федосеева Е.В., Кирюшина А.П., Стом Д.И., Терехова В.А. Устойчивость почвенных микромицетов *Trichoderma viride* и *Alternaria alternata* к тяжёлым металлам Cu и Pb. Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 118-127

ТРОФИЧЕСКИЕ И ТОПИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЧУЖЕРОДНЫХ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ В КОНСОРЦИЯХ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Храмцов А. К., Поликсенова В. Д., Лемеза Н. А., Сидорова С. Г., Стадниченко М. А.,
Федюшко И. А.

Белорусский государственный университет, г. Минск, пр. Независимости, 4
e-mail: alexkhrantsov@mail.ru

Ключевые слова: таксоны, инвайдеры, фитопатогены, факультативные паразиты, факультативные сапротрофы.

TROPIC AND TOPIGAL RELATIONSHIPS OF FOREIGN PHYTOPATHOGENIC MICROMYCETES IN PLANT CONSORTIA IN BELARUS

Khramtsov A. K., Poliksenova V. D., Lemeza N. A., Sidorova S. G., Stadnichenko M. A.,
Fedyushko I. A.

Keywords: taxa, invaders, phytopathogens, facultative parasites, facultative saprotrophs.

Проникновение на новые территории чужеродных организмов, в том числе фитопатогенных микромицетов, относится к глобальным проблемам современности, решение которых особенно актуально на фоне происходящих климатических изменений. Республика Беларусь в этом плане не является исключением, поэтому установление трофических и топических связей фитопатогенов-инвайдеров позволит определить тенденции к расширению у них круга хозяев. Подобные исследования дадут возможность прогнозировать распространение наиболее вредоносных микромицетов на территории Беларуси и наметить мероприятия по защите культивируемых растений от болезней.

В этой связи возникла необходимость выявить чужеродные фитопатогенные микромицеты из общего числа фитопатогенов, хранящихся в Гербарии Белорусского государственного университета (MSKU) и установить их трофические и топические связи. Исследования проведены на кафедре ботаники БГУ в 2021-2023 гг. в рамках НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика».

В результате проведенных исследований нами выявлено 227 видов и внутривидовых таксонов чужеродных (в том числе инвазивных и потенциально инвазивных) фитопатогенных микромицетов, консортивно связанных с растениями Беларуси. Отмеченные инвайдеры принадлежат к 49 родам, 18 семействам, 10 порядкам, 9 классам, 5 отделам (Oomycota, Chytridiomycota, Ascomycota, Basidiomycota и Deuteromycota), 2 царствам (Stramenopila и Fungi). Среди них явными доминантами являются грибы отдела Deuteromycota (121 вид, 53,3 %), представляющие собой анаморфы как наиболее удобные стадии для распространения и заселения новых территорий при наличии гетерокариоза и парасексуального процесса. Из числа выявленных фитопатогенов 124 вида (54,6 %) принадлежат к факультативным паразитам и факультативным сапротрофам, а 103 вида (45,4 %) – к облигатным паразитам. Среди обнаруженных нами патогенов по топической характеристике преобладали микромицеты филлопланы (филлосферы) – 226 видов (99,5 %).

Выявленные нами фитопатогенные микромицеты трофически связаны с культурными и дикорастущими растениями 185 видов, 134 родов, 48 семейств, 3 классов, 2 отделов (голосеменные и цветковые). Среди хозяев патогенов-инвайдеров чаще всего представлены растения из семейства Asteraceae (33 вида, 17,8 %), одного из ведущих семейств во флоре Беларуси. Мониторинг круга растений, являющихся хозяевами чужеродных фитопатогенных микромицетов в Беларуси, показал тенденции к его расширению. Нами отмечены 45 видов и внутривидовых таксонов фитопатогенных микромицетов-инвайдеров, которые в агрофитоценозах и антропогенно нарушенных сообществах Беларуси способны вызывать максимальную интенсивность поражения растений-консортов, что свидетельствует о высокой адаптации патогенов и создает предпосылки к развитию эпифитотий.

ПОИСК И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ИЗОЛЯТОВ *LECANICILLIUM*-ПОДОБНЫХ ГРИБОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Черепанова М. А., Митина Г. В., Чоглокова А. А.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 3

e-mail: Cherepma@mail.ru

Ключевые слова: фитопатогены, гиперпаразиты, сапротрофы, энтомопатогенные грибы.

SEARCH AND IDENTIFICATIONS OF NATURAL ISOLATES OF *LECANICILLIUM*- LIKE FUNGI OF THE KRASNODAR REGION

Cherepanova M. A., Mitina G. V., Chogolkova A. A.

Keywords: phytopathogens, hyperparasites, saprotrops, entomopathogenic fungi.

Для разработки биопрепаратов на основе энтомопатогенных грибов комплексного действия против сосущих вредителей и болезней закрытого грунта проводится поиск новых продуцентов. С этой целью на территории Сочинского национального парка осуществлен сбор 51 образца насекомых разных видов и паукообразных, а также образцы растений,

пораженных фитопатогенными грибами и гиперпаразитирующими на них грибами. Из выделенных микромицетов более 24 изолятов оказались сапротрофами из родов *Penicillium*, *Aspergillium*, *Fusarium*, которые не являются патогенами и колонизируют кутикулу уже погибших насекомых. Из выделенных в чистую культуру, около 27 изолятов, представляют интерес как возможные возбудители болезней членистоногих. Предварительно по морфологическим признакам эти изоляты можно отнести к родам *Beauveria*, *Acremonium*, *Gibellula*, *Lecanicillium* и др.

Проведено выделение 12 *Lecanicillium*-подобных изолятов в чистую культуру и отбор моноспоровых изолятов. По морфолого-культуральным свойствам отобранные изоляты отнесены к родам *Lecanicillium* и *Akanthomyces*, проводится их молекулярная идентификация. Все изоляты будут охарактеризованы по участкам трех генных локусов: митохондриального гена *nad1*, фактора элонгации 1-альфа (EF1- α) и локуса ITS. Кроме того, изучаются молекулярные особенности грибов рода *Lecanicillium*, выделенных из различных хозяев и субстратов, но обнаруженных в одной географической точке (республика Адыгея) в различные годы и обладающих высоким сходством по морфологическим признакам. По данным молекулярных исследований по трем генным локусам один изолят не удалось отнести к известным видам *Lecanicillium* или *Akanthomyces*. Его идентификация проводится дополнительно по гену *grb1* (малой рибосомальной единицы) и *Lr* (большой рибосомальной единицы). Есть предположение, что данный изолят представляет собой новый вид, который является эндемиком данного региона (респ. Адыгея) и может паразитировать на различных хозяевах.

Работа поддержана Российским научным фондом и Санкт-Петербургским научным фондом (грант № 23-26-10052).

АССОЦИАЦИИ МИКСОМИЦЕТОВ TRICHIACEA В ЗАПОВЕДНИКЕ «НУРГУШ» (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА «ТУЛАШОР»)

Широких А. А.^{1,2}, Широких И. Г.¹

¹Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, г. Киров, ул. Ленина, 166а

²Государственный заповедник «Нургуш», Кировская обл., Котельничский р-н, с. Боровка, ул. Садовая, 37
e-mail: aleshirokikh@yandex.ru

Ключевые слова: биотические связи, экологические ниши, бактерии, грибы.

ASSOCIATIONS OF MYXOMYCETES TRICHIACEA IN THE NURGUSH NATURE RESERVE (BY THE EXAMPLE OF THE TULASHOR SITE)

Shirokich A. A., Shirokich I. G.

Keywords: biotic bonds, ecological niches, bacteria, fungi.

Осваивая различные субстраты, миксомицеты взаимодействуют друг с другом, образуя межвидовые сообщества. Характер взаимоотношений миксомицетов в таких сообществах и влияние других организмов на их формирование представляют интерес для углубления наших знаний о межорганизменной коммуникации в природе, но изучен пока недостаточно. Целью наших исследований являлось изучение биотических связей миксомицетов семейства *Trichiacea* в лесных биоценозах участка «Тулашор» Государственного природного заповедника «Нургуш». Участок «Тулашор» расположен на северо-западной границе Кировской области (N59°36'58'', E50°1'36'') с Республикой Коми. Это самый южный из сохранившихся массивов старовозрастных лесов Европы, представлен спелыми и

перестойными ельниками и смешанными лесами на разных стадиях возрастной динамики. Ранее на территории «Тулашора» проводились лесозаготовки, поэтому на участке часто встречаются штабеля полусгнивших, поросших мхом, лишайниками, стволов берёзы и осины. Для миксомицетов этот субстрат, содержащий большое количество влаги, – хорошая экологическая ниша.

В результате маршрутных полевых исследований установлено, что наибольшее количество видов миксомицетов (около 50%), обнаруженных в лесном массиве, принадлежит семейству *Trichiaceae*, представляющему собой ядро миксобиоты данной территории. Трихии встречались на остатках гниющей древесины в ассоциациях, включающих от 3-4 и более видов, например: *Trichia varia*, *T. decipiens*, *T. scabra*, *Metatrichia vesparia*, *Hemitrichia calyculata* и др. Как правило, основу таких ассоциаций составляла *M. vesparia*, среди спорофоров которой разрастались спорофоры других видов трихий на разных стадиях зрелости. В основе таких ассоциаций, вероятно, лежит конкуренция за подходящий для формирования спорофоров субстрат, но возможна и протокооперация.

Жизненный цикл миксомицетов проходит в местообитаниях, заселенных в изобилии бактериями. Из спорофоров трихий, поверхностно стерилизованных 75% этанолом, изолированы 10 штаммов грамотрицательных бактерий. Анализ нуклеотидных последовательностей фрагмента гена 16S рРНК позволил идентифицировать среди полученных из спорофоров изолятов виды: *Ewingella americana*, *Methylobacterium bullatum*, *Pedobacter agri*, *Arthrobacter humicola*, *Aeromonas eucrenophila*. По-видимому, эти бактерии присутствуют и в плазмодиях трихий, но играют ли они какую-то определённую роль при прорастании спор и передаются ли как запас питания следующему поколению, пока не известно. Сообщалось, что плазмодий миксомицетов связан только с одним видом бактерий, способствующим освоению миксомицетом субстрата (Kalyanasundram, 2004).

Наряду с бактериями, в составе образуемых *Trichiaceae* ассоциаций обнаруживались грибы. Например, в ассоциации миксомицетов *T. varia*, *T. scabra*, *M. vesparia* постоянно встречался аскомицет *Catinella olivacea*. Отмечены в таких ассоциациях также плодовые тела базидиомицета *Henningsomyces candidus*. Очевидно, грибной мицелий, колонизируя древесину лиственных пород, способствует повышению ее доступности для заселения миксомицетами. Среди скоплений плодовых тел трихий часто обнаруживался гриб *Polycephalomyces tomentosus*. Паразитируя на зрелых спорофорах миксомицета, гриб разрушает их перидий, чем способствует высвобождению и распространению спор.

Таким образом, межорганизменные взаимодействия в ассоциациях миксомицетов носят не только трофический характер, но и могут способствовать более успешному освоению и расширению их среды обитания.

МНОГОЛЕТНИЕ ТЕНДЕНЦИИ ТРАНСФОРМАЦИИ МИКОБИОТЫ ЧУЖЕРОДНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ЕКАТЕРИНБУРГА И СРЕДНЕГО УРАЛА

Ширяев А. Г.¹, Змитрович И. В.², Булгаков Т. С.³

¹Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202/3

²Ботанический институт РАН им. В.Л. Комарова, Санкт-Петербург

³Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр РАН», г.

Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28

e-mail: anton.g.shiryayev@gmail.com, iv_zmitrovich@mail.ru, fungi-on-don@yandex.ru

Ключевые слова: чужеродные грибы, фитопатогены, структура миксобиоты, динамика.

LONG-TERM TRENDS IN THE TRANSFORMATION OF MYCOBIOTA OF ALIEN WOODY PLANTS IN YEKATERINBURG AND THE MIDDLE URALS

Shiryayev A. G., Zmitrovich I. V., Bulgakov T. S.

Keywords: foreign fungi, phytopathogens, mycobiota structure, dynamics.

Изучено разнообразие чужеродных грибов на чужеродных древесно-кустарниковых растениях (ЧДКР) в городе Екатеринбурге и на Среднем Урале за период с 1870 по 2020 г. За 150 лет в Екатеринбурге было интродуцировано 680 видов ЧДКР, на которых выявлено около 300 видов чужеродных грибов (Ascomycota и Basidiomycota). Динамика выявления новых чужеродных грибов во времени обнаруживает нарастание темпов их появления по экспоненте – независимо от выбранного временного интервала – как для фитопатогенных микромицетов, так и для дереворазрушающих макромицетов.

Проникновение чужеродных грибов имеет сильную положительную связь с растущим числом ЧДКР-интродуцентов и среднегодовой температурой воздуха, которые за последние 60 лет привели к расширению биогеографического спектра растений и изменению распределения фитомассы 10 видов крупнейших местных и чужеродных древесных растений. Потепление климата приводит к появлению в регионе фитопатогенов, растения-хозяева которых уже 60 лет назад имелись в Екатеринбурге, однако указанные грибы на них в те годы отсутствовали. Яркий пример последних лет – быстрое распространение голландской болезни вязов (графтиоза), отсутствовавшей в Екатеринбурге еще пять лет назад, а в 2022 г. в городе на 1 км² в среднем было заражено уже девять деревьев видов *Ulmus glabra*, *U. laevis*, *U. minor*. Другими примерами могут служить появление *Passalora fraxini* (DC.) Arx и *Phyllactinia fraxini* (DC.) Fuss на *Fraxinus excelsior* (выращивается с 1890 гг.); *Erysiphe syringae-japonicae* (U. Braun) U. Braun & S. Takam. и *Pseudocercospora lilacis* (Desm.) Deighton на *Syringa vulgaris* (с 1880 гг.), *Phellinus rhamni* (Bondartseva) H. Jahn. на *Rhamnus cathartica* (с 1900 гг.) и др.

С другой стороны, с потеплением климата расширяется видовой состав ЧДКР, за которым следует появление и субстрат-специфичных для них грибов, в первую очередь фитопатогенных. Так, лишь в последние 30 лет назад в Екатеринбурге началось выращивание *Aesculus hippocastanum* L., на котором в последние пару лет были выявлены *Phyllosticta paviae* Desm. и *Erysiphe flexuosa* (Peck) U. Braun & S. Takam.; на *Morus alba* L. обнаружена *Neophloeospora maculans* (Berenger) Videira & Crous; на *Robinia pseudoacacia* L. – *Diaporthe oncostoma* (Duby) Fuckel и *Camarosporidiella robiniicola* (Wijayaw., Camporesi & K.D. Hyde) Wijayaw., Wanas. & K.D. Hyde и т.д.

Резкое увеличение числа чужеродных видов грибов приводит к изменению биогеографической структуры микобиоты Среднего Урала в целом. Анализ данных по афиллофоровым грибам свидетельствует, что за 50 лет микобиота Екатеринбурга и некоторых точек южнее города (в подтайге и лесостепи) заметно трансформировалась и теперь приближается по видовому составу к «европейским» микобиотам. Доля видов, связанных с местными таежными хвойными и лиственными деревьями, быстро снижается, но растет доля ассоциированных с неморальными субстратами, родина которых – Европа, Вост. Азия и Сев. Америка. Подтверждается и гипотеза о снижении числа и доли видов с крупными плодовыми телами. При этом севернее Екатеринбурга (в зоне южной и средней тайги) граница между «европейской» и внутриконтинентальной микобиотой пока не изменилась. Таким образом, очевидная трансформация микобиоты связана не только с увеличением темпов интродукции ЧДКР в антропогенных экотопах, но и с повышением температуры в естественных лесах Урала.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект №22-26-00228)

МОНИТОРИНГ КСИЛОТРОФНЫХ АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ В НЕКОТОРЫХ ТИПАХ КОРЕННЫХ И ПРОИЗВОДНЫХ ЛЕСОВ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Шишигин А. С.¹, Переведенцева Л. Г.², Боталов В. С.³

¹Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, ул. Сибирская, 24

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, ул. Букирева, 15

³Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова, г. Пермь, ул. 25 Октября, 10
e-mail: shishigin1992@mail.ru, perevperm@mail.ru, vitalywc@yandex.ru

Ключевые слова: еловые леса, березовые леса, микозкологические наблюдения, сравнение.

MONITORING OF XYLOTROPHIC AGARICOID BASIDIOMYCETES IN SOME TYPES OF PRIMARY AND DERIVED FORESTS OF THE SOUTHERN TAIGA SUBZONE OF THE PERMIAN REGION

Shishigin A. S., Perevedentseva L. G., Botalov V. S.

Keywords: spruce forest, birch forest, mycoecological observations, comparison.

В центральной части Пермского края еловые леса относятся к коренным сообществам, а березовые леса являются – временными, которые формируются чаще всего на вырубках. Данные о видовом составе ксилотрофных агарикоидных грибов в таких ценозах довольно многочисленны, но сведения по многолетним наблюдениям на постоянных учетных площадях, практически отсутствуют. В связи с этим, мы проанализировали результаты наших наблюдений, проведенных с 1975 по 2012 гг.

Микозкологические наблюдения проводились стационарным методом в ельнике приручевом, ельнике кисличном и березняке разнотравном подзоны южной тайги Пермского края. Первый период был проведен в 1975–1977 гг., второй – в 1994–1996 гг., третий – в 2010–2012 гг. В августе один раз в декаду (три посещения с интервалом в 10 дней), на пробных площадях (50×20 м) проводился учет числа и биомассы базидиом грибов; дополнительно в сентябре, однократно, учитывался их видовой состав. Для оценки сходства видового состава грибов по периодам наблюдений использовался коэффициент Жаккара ($J \times 100$). Корреляционный анализ проводился с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_s). Список видов ксилотрофных агарикоидных грибов расположен по системе, принятой М. Мозером [Moser, 1983].

В исследуемых типах лесов за три периода наблюдений выявлено от 60 (ельник приручевый) до 66 (березняк разнотравный) видов ксилотрофных агарикоидных грибов. По периодам их число варьируется. В производном типе леса (березняк разнотравный) к III периоду наблюдений происходит увеличение числа видов ксилотрофов. В ельнике приручевом число видов грибов-ксилотрофов было относительно стабильным (36–37 видов). В ельнике кисличном число выявляемых видов к III периоду снижается. Грибы-ксилотрофы входили, в основном, в состав семейств: *Tricholomataceae*, *Strophariaceae* и *Pluteaceae*. Большинство видов (67–75%) обнаруживалось от 2 до 9 раз, а 2–3% из них были постоянными, встречались ежегодно. В основном это были виды рода *Muscena*. Часть видов (25–29%) выявлена только один раз, в какой-либо сезон. Наименьшие коэффициенты Жаккара для грибов-ксилотрофов во времени (по периодам наблюдений) были отмечены для березняка разнотравного ($J = 36–40$), что, вероятно, связано с сукцессионными процессами, происходящими в березняке разнотравном. В ельнике приручевом коэффициенты общности

Жаккара по периодам варьировали от 43 до 45, а в ельнике кисличном от 37 до 50. Наибольшее сходство видовой состав между ценозами (по периодам), отмечено для еловых лесов ($J = 44-52$), так как видовой состав древесных пород данных ценозов наиболее близок. За все время наблюдений максимальные коэффициенты Жаккара (между ценозами) зафиксированы для березняка разнотравного и ельника кисличного ($J = 56$). «Урожайность» ксилотрофных агарикоидных грибов исследуемых ценозов по периодам варьируется. Наибольшее число и биомасса базидиом за три периода наблюдений отмечена для березняка разнотравного, что обусловлено обилием базидиом распространенных видов грибов-ксилотрофов. По годам наблюдений установлено, что увеличение среднемесячной температуры воздуха в августе, в ельнике кисличном, отрицательно сказывается на числе базидиом ксилотрофов ($r_s = -0,70$). Влияние метеорологических показателей на биоту ксилотрофных агарикоидных грибов по декадам наблюдений не выявлено.

БАЗИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ НА РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ И ТОМАТА

Ярмеева М. М.¹, Белосохов А. Ф., Чудинова Е. М.², Еланский С. Н.^{1,2}

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12

² Российский университет дружбы народов им. Лумумбы, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
e-mail: mari.yarmeeva@mail.ru

Ключевые слова: микромицеты, молекулярная и морфологическая идентификация, потенциальные патогены.

BASIDIAL FUNGI ON POTATO AND TOMATO PLANTS

Yarmeeva V. V., Belosokhov A. F., Chudinova E. M., Elansky S. N.

Keywords: micromycetes, molecular and morphological identification, potential pathogens.

Картофель и томат – популярные в России культуры, возделываемые как на частных огородах, так и в коммерческих масштабах. Обе культуры подвержены воздействию разнообразных грибных заболеваний. При описании базидиальной микобиоты, ассоциированной с данными растениями, как правило упоминается только *Rhizoctonia solani*. Однако в последние годы появляются сведения о роли других и базидиальных грибов в развитии этих культур.

Мы исследовали базидиальные микромицеты, выделенные с клубней и микроклональных растений (без признаков поражения) картофеля из Московской области и Краснодарского края, и из плодов томата из Краснодарского края. Всего было получено 8 штаммов, 5 с картофеля и 3 с томата. Идентификацию видов осуществляли на основании последовательностей участков ITS и LSU и морфологии (в ряде случаев на питательной среде образовались примордии плодовых тел). Для подтверждения патогенного статуса ломтики клубней картофеля, а также плоды томата, заражали мицелием исследуемых штаммов и оценивали радиус поражения ткани. Для подтверждения статуса инфекционного агента проводили выделение из пораженной ткани на питательную среду.

Выделенные с клубней картофеля штаммы принадлежали к видам *Athelia epiphylla* и *Flammulina rossica*. Из микроклональных растений, не имевших признаков заражения, выделены виды *Fomitopsis subpinicola*, *Phlebia tremellosa* и *Bjerkandera adusta*. На томатах выявлены виды *Irpex latemarginatus*, *Irpex lacteus*, *Phanerochaete* sp. Из всех перечисленных видов только *B. adusta* ранее была отмечена на картофеле (Fiers et al. 2010). Все остальные виды ранее не обнаруживали на пасленовых растениях. Почти все штаммы не проявили

выраженной патогенной активности, однако оба штамма *Irpex* вызывали поражения томата при поранении плода. Интересно, что в литературе есть сведения об антифунгальном влиянии метаболитов *I. latemarginatus* против ряда патогенов (Lee et al 2009), а также об антагонистической активности *F. subpinicola* (Guler et al. 2009) и *B. adusta* (Feng et al. 2021) против видов рода *Fusarium*.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости более детального изучения ассоциированных с культурными растениями базидиомицетов, которые могут представлять интерес как потенциальные патогены и агенты биоконтроля.

Список литературы

1. Feng X. et al. *Bjerkandera adusta* M1 inhibits the growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* and fusarium wilt incidence in *Brassica napus* L //Journal of Plant Pathology. – 2021. – Т. 103. – С. 483-491.
2. Fiers M. et al. Diversity of microorganisms associated with atypical superficial blemishes of potato tubers and pathogenicity assessment //European Journal of Plant Pathology. – 2010. – Т. 128. – №. 3. – С. 353-371.
3. Guler P., Akata I., Kutluer F. Antifungal activities of *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr) Karst and *Lactarius vellereus* (Pers.) Fr //African journal of biotechnology. – 2009. – Т. 8. – №. 16. – С. 3811.
4. Lee S. O. et al. Mycofumigation with *Oxyporus latemarginatus* EF069 for control of postharvest apple decay and *Rhizoctonia* root rot on moth orchid //Journal of Applied Microbiology. – 2009. – Т. 106. – №. 4. – С. 1213-1219.