



Национальная академия наук Беларуси



Институт экспериментальной ботаники
им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси



Национальный парк Беловежская пуца

**Биология, систематика и экология
грибов и лишайников
в природных экосистемах
и агрофитоценозах**



г. Минск-д. Каменюки, Беларусь
20–23 сентября 2016 г.



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

The National Academy of Sciences of Belarus



ГНУ «ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ
ИМ. В.Ф. КУПРЕВИЧА НАН БЕЛАРУСИ»

V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany
of the National Academy of Sciences of Belarus



ГПУ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»

The National Park «Belovezhskaya Pushcha»



**Материалы II Международная научная конференция
Proceedings of the II International Scientific Conference**

***«Биология, систематика и экология грибов и лишайников
в природных экосистемах и агрофитоценозах»***

***«Biology, Systematics and Ecology of Fungi
and Lichen in Natural and Agricultural Ecosystems»***

**г. Минск-д. Каменюки, Беларусь
Minsk, v. Kamenyuki, Belarus**

**20–23 сентября 2016 г.
20-23 September 2016**

**Минск, «Колорград», 2016
Minsk, «Kolorgrad», 2016**

ОГЛАВЛЕНИЕ

Андреев М. П. ЛИШАЙНИКИ ОКРЕСТНОСТЕЙ МЫСА СТИНКЕР ПОЙНТ (ОСТРОВ ЭЛЕФАНТ, ЮЖНЫЕ ШЕТЛАНДСКИЕ О-ВА) КАК ПРИМЕР ЛИШАЙНИКОВЫХ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ МОРСКОЙ АНТАРКТИКИ	10
Арнольбик В. М., Бернацкий Д. И., Сазонов А. А., Ярмолович В. А., Звягинцев В. Б. ДИНАМИКА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЯСЕНЕВЫХ НАСАЖДЕНИЙ БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ.....	14
Баранов О. Ю., Пантелеев С. В., Ярмолович В. А., Азовская Н. О. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА ПОПУЛЯЦИЙ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ	18
Беломесяцева Д. Б., Шабашова Т. Г. МИКРОМИЦЕТЫ КАК ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ИХ ВКЛЮЧЕНИЕ В КРАСНУЮ КНИГУ	23
Белый П. Н., Кудин М. В. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ ОСТРОВНЫХ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ ЕЛИ НА ТЕРРИТОРИИ ИВАНОВСКОГО РАЙОНА (БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ).....	26
Благовещенская Е. Ю. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ НА ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ ЗБС МГУ	30
Богачева А. В. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСКОМИЦЕТОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ГОРНОЙ СИСТЕМЫ СИХОТЭ-АЛИНЬ	33
Богачева А. В. ДИСКОМИЦЕТЫ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ...38	
Бордок И. В., Охлопкова Н. П., Лубянова В. М., Назарова О. М. РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОЛЛЕКЦИИ ШТАММОВ ГРИБОВ ИНСТИТУТА ЛЕСА НАН БЕЛАРУСИ	42
Бортников Ф. М., Матвеев А. В., Гмошинский В. И. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БИОТЫ МИКСОМИЦЕТОВ РОССИИ.....	47
Бублык Я. Ю. ВИДОВЫЕ РЯДЫ КСИЛОСАПРОТРОФНЫХ АСКОМИКОТ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШАХ БУКОВОГО СУБСТРАТА УКРАИНСКИХ КАРПАТ	51

Ветрова М. А. РЖАВЧИННЫЕ ГРИБЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ НА ВОРОБЬЕВЫХ ГОРАХ	55
Гаврицкова Н. Н., Булыгина Н. А., Курненкова И. П. СТРУКТУРА ГРИБОВ-МАКРОМИЦЕТОВ В СВЯЩЕННЫХ РОЩАХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ	59
Гагарина Л. В., Кораблев А. П., Андреев М. П. ЭПИЛИТНЫЕ ЛИШАЙНИКИ ТОЛМАЧЕВА ДОЛА (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА).....	64
Гапиенко О. С., Шапорова Я. А. , Колос С. С. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭКТОМИКОРИЗНЫХ (ЭКМ) ГРИБОВ БЕЛАРУСИ	67
Гимельбрант Д. Е., Степанчикова И. С., Кузнецова Е. С. ЛИХЕНОФЛОРА ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДУДЕРГОФСКИЕ ВЫСОТЫ» (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ) В ИСТОРИЧЕСКОМ КОНТЕКСТЕ.....	72
Голубков, В. В. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И СОЗОЛОГИЧЕСКИЙ (ПРИРОДООХРАННЫЙ) АНАЛИЗ ЛИХЕНОБИОТЫ ПАРМЕЛИОИДНЫХ ЛИШАЙНИКОВ БЕЛАРУСИ	75
Гордеева И. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СУБСТРАТА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА РАЗМЕРЫ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ ГРИБОВ В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ	79
Горяева А. Г., Мамаева Н. Ю. МИКОБИОТА ВОЗДУХА ХРАНИЛИЩ ДОКУМЕНТОВ НА МИКРОФОРМАХ	82
Daniele I., Meiere D. COMMUNICATION WITH THE PUBLIC AS A SOURCE OF NEW DATA ON RARE AND PROTECTED FUNGI SPECIES IN LATVIA	87
Добыш К.В., Гаевский Е. Е., Шевелева О. А. ЭПИФИТНЫЕ ЛИШАЙНИКИ Г. МИНСКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В БИОИНДИКАЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ.....	89
Жданович С. А., Лукин В. В., Углянец С. А., Китель Д. А. НОВЫЕ РЕГИСТРАЦИИ ОХРАНЯЕМЫХ В БЕЛАРУСИ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ	93
Звягинцев В. Б., Баранчиков Ю. Н., Серая Л. Г., Стороженко В. Г., Чеботарева В. В., Чеботарев П. А., Ярук А. В. ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ HYMENOSCYRHUS FRAXINEUS В ЛЕСАХ МИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ И СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	100

Зыкова М. А. НОВЫЕ ДЛЯ УКРАИНЫ ВИДЫ ДИСКОМИЦЕТОВ ПОРЯДКА NELOTIALES, СОБРАННЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ	104
Ищук Л. П. БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ФИТОПАТОГЕННЫМИ ГРИБАМИ В КОЛЛЕКЦИИ ВИДОВ РОДА SALIX L. НА БИОСТАНЦИИ БЕЛОЦЕРКОВСКОГО НАУ	107
Капец Н. В. ИНТЕРЕСНЫЕ НАХОДКИ ЛИХЕНОФИЛЬНЫХ ГРИБОВ ИЗ БАССЕЙНА Р. ТЕТЕРЕВ (УКРАИНА).....	111
Колганихина Г. Б., Пантелеев С. В. ПЕРВОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ОПАСНОГО ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА HYMENOSCYRHUS FRAXINEUS В ТЕЛЛЕРМАНОВСКОМ ЛЕСУ (ЮЖНАЯ ЛЕСОСТЕПЬ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ).....	115
Колкер Т. Л., Сазанова К. В., Псурцева Н. В., Власов Д. Ю. БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДОМОВЫХ ГРИБОВ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ КУЛЬТУР БАЗИДИОМИЦЕТОВ БОТАНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В. Л. КОМАРОВА ...	118
Колмаков П. Ю., Кисова А. С. РАЗНООБРАЗИЕ ЭКТОМИКОРИЗ PICEA ABIES В ЕСТЕСТВЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ.....	123
Кориняк С. И., Лебедько В. Н. ОЦЕНКА ПОРАЖАЕМОСТИ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ SCORZONERA GLABRA, COTONEASTER MELANOCARPUS, LASERPITIUM LATIFOLIUM ФИТОПАТОГЕННЫМИ МИКРОМИЦЕТАМИ	125
Кориняк С. И. ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ НА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ СЕМЕЙСТВА ASTERACEAE, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БЕЛАРУСИ.....	130
Корнейкова М. В., Лебедева Е. В. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ПАТОГЕННОСТЬ МИКРОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ АНТРОПОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ И ФОНОВЫХ ПОЧВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА	133
Kriuchkova L.O. SOIL-BORNE FUNGI ASSOCIATED WITH WHEAT DISEASES: FROM SAPROPHYTE TO PARASITE.....	139

Лебедева Е. В., Лянгузова И. В. МИКРОМИЦЕТЫ ПОЧВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В СВЯЗИ С ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА.....	143
Лебедько В. Н. SPATHULARIA FLAVIDA PERS. – НОВЫЙ ВИД АСКОМИЦЕТОВ ДЛЯ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ БЕЛАРУСИ	147
Левковская М. В., Сарнацкий В. В. ГНИЛЕВЫЕ БОЛЕЗНИ В СОСНЯКАХ ЧЕРНИЧНЫХ ПОСЛЕ ПРОХОДНЫХ РУБОК	149
Литвинова Е. А., Литовка Ю. А., Павлов И. Н., Тимофеев А. А., Дмитриенко Е. В. ЛИГНОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СИБИРСКИХ ШТАММОВ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ HETEROBASIDION И PORODAEDEALEA.....	151
Манжелесова Н. Е., Шуканов В. П., Корытько Л. А., Полянская С. Н., Мельникова Е. В. ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТИ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД....	154
Markovskaja S., Raitelaitytė K. CURRENT SITUATION OF NEEDLE BLIGHT DISEASES CAUSED BY A DANGEROUS QUARANTINE PINE PATHOGENIC FUNGI IN LITHUANIA	159
Matwiejuk A. PROTECTED AND THREATENED LICHENS IN THE CITY OF BIALYSTOK (NORTH- EASTERN POLAND).....	161
Мухин В. А., Диярова Д. К., Неустроева Н. В., Костицина М. В. МИКОГЕННОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ: АЗОТНЫЙ БАЛАНС	165
Пастухова И. С. БОТРИТИС – СЕРАЯ ГНИЛЬ ЛИСТЬЕВ, БУТОНОВ, ЦВЕТКОВ, ПЛОДОВ, СЕМЯН МОЛОДОГО ПРИРОСТА В НАСАЖДЕНИЯХ СОЧИ.....	169
Пилат Т. Г. ДИНАМИКА ЛЕТА КОНИДИЙ ГРИБА CLASTEROSPORIUM CARPORHILUM (LEV.) ADERN. – ВОЗБУДИТЕЛЯ КЛЯСТЕРОСПОРИОЗА СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ В САДАХ БЕЛАРУСИ.....	170
Поликсенова В. Д., Грушецкая З. Е., Антонович А. О., Желудевич И. З., Кантор К. В. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ГРИБОВ.....	174
Поликсенова В. Д., Фетина И. ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПРУЖАНСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	177

Понизовская В. Б., Антропова А. Б., Ребрикова Н. Л., Биланенко Е. Н., Мокеева В. МИКРОМИЦЕТЫ-БИОДЕСТРУКТОРЫ ИЗВЕСТНЯКА, ШТУКАТУРКИ И КЛАДОЧНОГО РАСТВОРА ИНТЕРЬЕРОВ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРЫ И МУЗЕЙНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	181
Попкова Е. Г. ЭНДОФИТЫ ЗЛАКОВ: ВЫДЕЛЕНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР.....	186
Прокопьев И. А., Порядина Л. Н., Шаварда А. Л., Конорева Л. А., Филиппова Г. В. ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИШАЙНИКОВ FLAVOCETRARIA CUCULLATA, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЯКУТИИ.....	190
Псурцева Н. В., Шевкина А. А., Бодунова Е. Н. К ВОПРОСУ О ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ТРОПИЧЕСКИХ ШТАММОВ PLEUROTUS DJAMOR (RUMPH. : FR.) VOEDIJN.....	192
Selçuk Faruk, Hüseyin Elşad MICROMYCOTIOTA OF RHODODENDRON SPP. IN TURKEY	197
Сидельникова М. В., Власов Д. Ю., Зеленская М. С., Тобиас А. В. МИКРОМИЦЕТЫ НА ЖИВЫХ ЛИСТЬЯХ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ В ПРИГОРОДНЫХ ПАРКАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	200
Сидорова И. И. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КУЛЬТИВИРУЕМОЙ МИКРОБИОТЫ В ГИФОСФЕРЕ АГАРИКОМИЦЕТОВ — ПОДСТИЛОЧНЫХ САПРОТРОФОВ С КОЛЬЦЕВЫМИ КОЛОНИЯМИ.....	205
Синявская М. Г., Давыденко О. Г., Беломесяцева Д. Б., Шабашова Т. Г., Лысюк В. О. ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОМОВ ГРИБОВ. ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	209
Скирин Ф. В. ЛИХЕНОФЛОРА ВОЛЫНСКОГО ХРЕБТА И ЕЕ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ, ПОГРАНИЧНЫЙ РАЙОН)	215
Снешкене В. К., Станкявичене А. А. ИЗМЕНЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ЩЕЛЕЛИСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (SCHIZOPHYLLUM COMMUNE FR.) В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ ЛИТВЫ....	219
Спиров Р. К., Никитин А. Н., Король Р. А. ОЦЕНКА ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ЛИШАЙНИК CLADONIA ARBUSCULA (WALLR.) FLOT., ПРОИЗРАСТАЮЩИЙ В ПОЛЕССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ	223

Стороженко В. Г. РОЛЬ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ В ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУР ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ	227
Суетина Ю. Г. ПОПУЛЯЦИОННО-ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ЛИШАЙНИКОВ	231
Трепова Е. С., Попихина Е. А. МИКОБИОТА ПОВРЕЖДЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ МИКРОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ С КОЖИ ПЕРЕПЛЕТОВ	236
Хазова С. С., Великова Т. Д., Лебедева Е. В. ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ МИКРОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ С КОЖИ ПЕРЕПЛЕТОВ	240
Халдеева Е. В., Глушко Н. И., Лисовская С. А., Баязитова А. А., Паршаков В. Р. ГРИБЫ-МИКРОМИЦЕТЫ В СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ.....	245
Храмцов А. К., Тихомиров Вал. Н. PERONOSPORA COROLLAE TRANZSCHEL – НОВЫЙ ВИД ГРИБОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ В МИКОБИОТЕ БЕЛАРУСИ	249
Hüseyin Elşad, Selçuk Faruk, EKİCİ Kadriye NEW MICROFUNGI RECORDS FROM THE ANATOLIAN PENINSULA.....	253
Чапоргина А. А., Корнейкова М. В. БИОТРАНСФОРМАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ АКТИВНЫМИ ШТАММАМИ МИКРОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫМИ ИЗ ПОЧВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА....	257
Чернявский Н. В., Гребеняк Г. В. РОЛЬ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ-КСИЛОТРОФОВ В БУКОВЫХ ПРАЛЕСАХ УКРАИНСКИХ КАРПАТ	261
Чураков Б. П., Корнилин К. Е., Романова Т. А. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ КОНСПЕКТ БИОТЫ МУЧНИСТОРОСЯНЫХ ГРИБОВ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	266
Шабашова Т. Г., Беломесяцева Д. Б., Лысюк В. О. КОЛЛЕКЦИЯ МИКРОМИЦЕТОВ ГЕРБАРИЯ ГРИБОВ MSK-F ИНСТИТУТА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ.....	269
Шабашова Т. Г., Беломесяцева Д. Б., Кориняк С. И., Колос С. С. ВИДОВОЙ СОСТАВ ГРИБОВ ЖИЛЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ..	273

Шапорова Я. А., Гапиенко О. С., Трухановец В. В. ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО УРОЖАЯ ОСНОВНЫХ РЕСУРСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ ГРИБОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГПУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ЗАКАЗНИК «НАЛИБОКСКИЙ» ..277	
Шахова Н. В. Псурцева Н. В. КУЛЬТУРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ШТАММОВ STECSHERINUM OSCHRACEUM (PERS.) GRAY ИЗ КОЛЛЕКЦИИ LE- VIN.....282	282
Широких А. А., Широких И. Г. ФИТОРЕГУЛЯТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ СО СПОРОФОРАМИ МИКСОМИЦЕТОВ287	287
Широких И. Г., Попыванов Д. В., Широких А. А. НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ БАЗИДИОМИЦЕТАМИ РАЗНЫХ ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП В УРБОЭКОСИСТЕМЕ.....292	292
Ширяева О. С. РЕДКИЙ ЛЕСНОЙ ВИД МУСЕНА OREGONENSIS – СИНАНТРОПНЫЙ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ (УРАЛ, РОССИЯ)296	296
Штаер О. В, Воронина Е. Ю., Дьяков М. Ю., Мажейка И. С. ПРИРОДНЫЕ ШТАММЫ GANODERMA LICIDUM: ВЫДЕЛЕНИЕ, МОРФОЛОГИЯ И ХРАНЕНИЕ ЧИСТЫХ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР300	300
Шубин В. И. ПЛОДОНОШЕНИЕ СЪЕДОБНЫХ И ЯДОВИТЫХ МАКРОМИЦЕТОВ В 1970–2011 ГГ. В СОСНЯКЕ ЧЕРНИЧНОМ, СФОРМИРОВАВШЕМСЯ НА ПАШНЕ305	305
Элоян И. М., Шахазизян И. В., Погосян А. В., Оганесян Е. Х., Нанагюлян С. Г. ГРИБЫ РОДА ASPERGILLUS В ВОЗДУХЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ Г. ЕРЕВАНА (АРМЕНИЯ)310	310
Ярмолевич В. А., Середич М. О., Баранов О. Ю., Пантелеев С. В. ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ФОМОЗА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ БЕЛАРУСИ314	314
Яцына А. П., Конорева Л. А., Голубков В. В. РЕВИЗИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛИШАЙНИКОВ РОДА MICAREA FR. (PILOCARPACEAE ZANLBR.) В БЕЛАРУСИ317	317
Яцына А. П., Мотеюнайте Ю. НОВЫЕ И ИНТЕРЕСНЫЕ НАХОДКИ ЛИШАЙНИКОВ И БЛИЗКОРОДСТВЕННЫХ ГРИБОВ НП «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»320	320

ЛИШАЙНИКИ ОКРЕСТНОСТЕЙ МЫСА СТИНКЕР ПОЙНТ (ОСТРОВ ЭЛЕФАНТ, ЮЖНЫЕ ШЕТЛАНДСКИЕ О-ВА) КАК ПРИМЕР ЛИШАЙНИКОВЫХ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ МОРСКОЙ АНТАРКТИКИ.

Андреев М. П.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, andreevmp@yandex.ru

С 17 января по 26 февраля 2016 г. впервые проводилось детальное изучение флоры и растительности небольшого берегового оазиса у мыса Стинкер Пойнт (Stinker Point), расположенного в юго-западной части острова Элефант (рис. 1, 2). Работы проходили в окрестностях бразильского стационара «Refugio Emilio Goeldi» (61°13' ю. ш. и 55°22' з. д.).

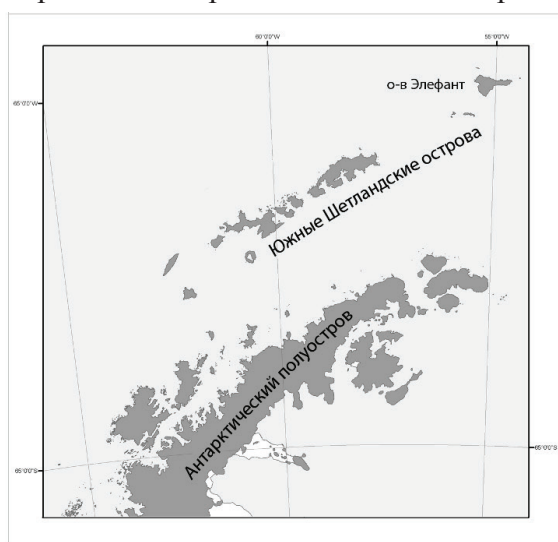


Рисунок 1. Южные Шетландские острова



Рисунок 2. Остров Элефант

Остров Элефант, крупнейший из северной группы Южных Шетландских островов, расположен примерно в 150 км к северо-востоку от острова Кинг Джордж и приблизительно в 260 км от российской антарктической станции Беллинсгаузен и от северной оконечности Антарктического полуострова (рис. 2). С северо-запада остров омывается водами пролива Дрейка, с юго-востока – проливом Брансфилд. Длина острова 40 км, ширина с севера на юг – 24 км. 95 % поверхности острова покрыты ледником.

Ранее единственный раз растительность острова изучалась в декабре 1970 – марте 1971 гг. J. S. Allison'ом, участником Британской Антарктической экспедиции [1]. Для мыса Стинкер Пойнт тогда было указано 14 видов лишайников.

В 54 посещенных нами местообитаниях в общей сложности было собрано около 450 образцов лишайников. На основе собранных материалов выявлено 84 вида лишайников (см. Список...) из 39 родов и 22 семейств: Acarosporaceae, Candelariaceae, Catillariaceae, Cladoniaceae, Collemataceae, Haematommataceae, Lecanoraceae, Lecideaceae,

Massalungiaceae, Ochrolechiaceae, Pannariaceae, Parmeliaceae, Physciaceae, Ramalinaceae, Rhizocarpaceae, Sphaerophoraceae, Stereocaulaceae, Teloschistaceae, Thelenellaceae, Tephromelataceae, Trapeliaceae, Verrucariaceae.

Небольшую часть материала, вероятно, относящуюся к роду *Buellia*, из-за отсутствия плодовых тел определить до вида не удалось.

Список видов лишайников, собранных в районе мыса Стинкер Пойнт на о-ве Элефант.

<i>Acarospora badiofusca</i> (Nyl.) Th. Fr.	<i>Lecanora epibryon</i> (Ach.) Ach.
<i>Acarospora macrocyclos</i> Vain.	<i>Lecanora expectans</i> Darb.
<i>Amandinea augusta</i> (Vain.) Søchting & Øvstedal	<i>Lecanora flotowiana</i> Spreng.
<i>Amandinea coniops</i> (Wahlenb.) M. Choisy	<i>Lecanora intricata</i> (Ach.) Ach.
<i>Amandinea petermannii</i> (Hue) Matzer, H. Mayrhofer & Scheid.	<i>Lecanora mons-nivis</i> Darb. (1912)
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	<i>Lecanora polytropa</i> (Hoffm.) Rabenh.
<i>Bacidia rhodochroa</i> (Hue) Darb.	<i>Lecidea atrobrunnea</i> (Ramond) Schaer.
<i>Bacidia stipata</i> I. M. Lamb.	<i>Lecidea lapicida</i> (Ach.) Ach.
<i>Buellia anisomera</i> Vain.	<i>Lecidella siplei</i> (C. W. Dodge & G. E. Baker) May. Inoue
<i>Buellia cladocarpiza</i> I. M. Lamb.	<i>Lecidella stigmatea</i> (Ach.) Hertel & Leuckert
<i>Buellia frigida</i> Darb.	<i>Lecidella sublapicida</i> (C. Knight) Hertel
<i>Buellia granulosa</i> (Darb.) C. W. Dodge	<i>Lepraria alpina</i> (B. de Lesd.) Tretiach & Baruffo
<i>Buellia illaetabilis</i> I. M. Lamb	<i>Lepraria caesioalba</i> (De Lesd.) J. R. Laundon
<i>Buellia nelsonii</i> Darb.	<i>Leptogium puberulum</i> Hue
<i>Buellia perlata</i> (Hue) Darb.	<i>Massalonia carnosa</i> (Dicks.) Körb.
<i>Buellia russa</i> (Hue) Darb.	<i>Ochrolechia frigida</i> (Sw.) Lynge
<i>Caloplaca ammiospila</i> (Ach.) H. Olivier	<i>Ochrolechia parella</i> (L.) A. Massal.
<i>Caloplaca cirrochroides</i> (Vain.) Zahlbr.	<i>Pannaria hookeri</i> (Borrer ex Sm.) Nyl.
<i>Caloplaca citrina</i> (Hoffm.) Th. Fr.	<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.
<i>Caloplaca saxicola</i> (Hoffm.) Nordin	<i>Physconia muscigena</i> (Ach.) Poelt
<i>Caloplaca sublobulata</i> (Nyl.) Zahlbr.	<i>Placopsis contortuplicata</i> I. M. Lamb
<i>Candelariella flava</i> (C. W. Dodge & G. E. Baker) Castello & Nimis	<i>Psoroma cinnamomeum</i> Malme
<i>Carbonea assentiens</i> (Nyl.) Hertel	<i>Psoroma hypnorum</i> (Vahl) Grey
<i>Carbonea vorticosa</i> (Flörke) Hertel	<i>Ramalina terebrata</i> Hook f. & Taylor
<i>Catillaria corymbosa</i> (Hue) I. M. Lamb.	<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.
<i>Cetraria aculeata</i> (Schreb.) Fr.	<i>Rhizocarpon nidificum</i> (Hue) Darb. cfr.
<i>Cladonia borealis</i> S. Stenroos	<i>Rhizocarpon superficiale</i> (Schaer.) Malme
<i>Cladonia carneola</i> (Fr.) Fr.	<i>Rhizoplaca aspidophora</i> (Vain.) Redon
<i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.	<i>Rhizoplaca melanophthalma</i> (Ram.) Leuckert & Poelt
<i>Cladonia gracilis</i> (L.) Willd.	<i>Rimularia impavida</i> (Th. Fr.) Hertel & Rambold
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.	<i>Rimularia psephota</i> (Tuck.) Hertel & Rambold
<i>Cladonia squamosa</i> (Scop.) Hoffm.	<i>Sphaerophorus globosus</i> (Huds.) Vain.
<i>Frutidella caesioatra</i> (Schaer.) Kalb	<i>Stereocaulon alpinum</i> Laurer
<i>Haematomma erythromma</i> (Nyl.) Zahlbr.	<i>Stereocaulon glabrum</i> (Müll. Arg.) Vain.
<i>Himantormia lugubris</i> (Hue) I. M. Lamb	<i>Tephromela atra</i> (Huds.) Hafellner
<i>Huea cerussata</i> (Hue) C. W. Dodge & G. E. Baker	<i>Thelenella antarctica</i> (L. M. Lamb.) O. E. Eriksson
<i>Huea coralligera</i> (Hue) C. W. Dodge & G. E. Baker	<i>Turgidosculum complicatum</i> (Nyl.) J. Kohlm. & E. Kohlm.
<i>Lecania brialmontii</i> (Vain.) Zahlbr.	<i>Usnea antarctica</i> Du Rietz
<i>Lecania gerlachei</i> (Vain.) Darb.	<i>Usnea aurantiaco-atra</i> (Jacq.) Bory
<i>Lecania racovitzae</i> (Vain.) Darb.	<i>Verrucaria ceuthocarpa</i> Wahlenb.
<i>Lecanora dancoensis</i> Vain.	<i>Verrucaria tessellatula</i> Nyl.
<i>Lecanora dispersa</i> (Pers.) Sommerf.	<i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr.

Предварительный анализ полученных данных говорит о том, что наиболее часто встречающимися в исследованном районе острова являются представители семейств Lecanoraceae, Physciaceae, Teloschistaceae, Acarosporaceae, Cladoniaceae, Ramalinaceae, Parmeliaceae, Stereocaulaceae, Ochrolechiaceae и Pannariaceae, причем наиболее заметную роль в лишенофлоре играют сем. Lecanoraceae, Physciaceae, Teloschistaceae, Cladoniaceae и Ramalinaceae. Наиболее распространенными родами лишайников во флоре являются *Lecanora*, *Buellia*, *Cladonia*, *Caloplaca*, *Amandinea*, *Lecidella*, *Lecania*, *Rhizocarpon*, *Acarospora*, *Carbonea*, *Rhizoplaca* и *Ochrolechia*.

Среди исследованных лишайников преобладают представители накипной жизненной формы (ок. 74 % видов). Кустистые лишайники играют определяющую роль в сложении растительного покрова, особенно на высоких террасах. В основном это два вида рода *Usnea* и *Himantormia lugubris*, хотя их доля во флоре не превышает 17 %. Доля листоватых лишайников составляет ок. 10 %.

Большинство изученных лишайников обитают на каменистом субстрате (74 %), по 19 % – встречаются на мхах и на мелкозем и около 2 % видов были встречены на костях птиц, 14 % – то есть 12 видов – встречаются на разных субстратах.

В изученной лишенофлоре преобладают биполярные (51 %) и антарктические (37 %) виды, составляя в сумме почти 90 % всей флоры. Кроме них, отмечены 6 магелланских видов (7 %) и 4 вида, имеющих распространение только в Южном полушарии (5 %).

Лишайники играют важную роль в формировании растительного покрова района мыса Стинкер-Пойнт. Возвышенные участки самой высокой в этом районе 120-метровой террасы покрыты накипными лишайниками в сочетании с кустистыми видами: *Usnea antarctica* и *U. aurantiaco-atra*. Промежутки между камнями заняты мхами, зарастающими сверху кладониями, *Sphaerophorus globosus*, лепрозными лишайниками, *Ochrolechia frigida* и др.

Ложбины между грядами заняты нивальными моховыми сообществами, где ок. 50 % площади занимают голые камни, а 50 % – черные андреевые мхи, 20 % поверхности которых покрыто такими лишайниками, как *Ochrolechia frigida* и первичными слоевищами видов рода *Cladonia*. Камни на склонах депрессий зарастают сеточкой накипного вида *Lecanora polytrpa*. Около 20 % их поверхности покрыто белыми накипными лишайниками (*Carbonea assentiens*). Обращенные к леднику склоны наиболее высоких бугров на 90 % покрыты лишайниками, причем 50-70 % площади занимает *Usnea aurantiaco-atra*, около 40-20 % – *Himantormia lugubris*, *Sphaerophorus globosus* и *Ochrolechia frigida*. В более укрытых местах между камней растет *Placopsis contortuplicata*.

Сравнительно недавно освободившаяся из-под ледника обширная терраса, протянувшаяся до прибрежных обрывов, на значительном протяжении лишена всякой растительности. Более или менее стабильные незначительные повышения начинают зарастать мхами и лишайниками, а иногда и маленькими куртинками колобантуса до 10 см в диам. Чем выше и стабильнее повышения, тем дольше они были экспонированы и более дли-

тельное время использовались птицами в качестве мест кормежки и гнездования. Грунт в таких местах обогащен фосфором и азотом, и растительность более развитая, причем она остается однородной на большом протяжении. Проективное покрытие в понижениях возрастает до 60 %. Половину его дают оранжевые талломы *Caloplaca sublobulata*, 20 % – коричневые и серые накипные лишайники (*Acarospora* и *Buellia*). На мелкоземке разрастаются мхи с проективным покрытием 20 %. Ближе к побережью, на террасе, формируются сообщества листоватых и кустистых видов, со значительным участием мхов и *Psoroma hypnorum*. Здесь доминируют виды рода *Cladonia*, *Sphaerophorus globosus*, *Stereocaulon alpinum*, *Usnea antarctica*. Важную роль играют мхи и сопутствующие им лишайники-эпифиты, например, *Ochrolechia frigida*. В моховой дернине растет *Psoroma hypnorum*.

Высокие террасы у моря заняты колониями пингвинов и гигантских буревестников. Скалы вблизи них густо зарастают нитрофильными лишайниками, значительную часть из которых составляет *Caloplaca sublobulata*. Грунт покрыт сплошным ковром из водоросли *Prasiola crispa* – 100 % с вкраплениями *Xanthoria candellaria*. У самой колонии камни и грунт либо голые, либо покрыты чистыми куртинами *Leptogium puberulum* до 50-70 %. На сильно выступающих камнях *Lecania gerlachei* и *L. brialmontii* покрывают 30 % площади.

Около уреза воды развиваются сообщества с доминированием представителей рода *Vergucaria*. Выше, там, где меньше сказывается влияние соленых брызг, большое покрытие дают *Caloplaca*, *Acarospora* и *Buellia*. На высотах более 10 м над ур. м. скалы сплошь зарастают видами *Caloplaca sublobulata*, *Buellia russa*, *B. anisomera*, *Haematomma erythromma* и *Rhizoplaca aspidophora*. В укрытых местах и около обогащенных азотом участков близ птичьих колоний разрастаются кустистые лишайники *Lecania brialmontii*, *L. gerlachei*, *Caloplaca cirrochrooides*, *Amandinea petermannii*, *Bacidia stipata*. На заполненных мелкоземом террасках образуются небольшие луговины из щучки (*Deschampsia antarctica*) и колобантуса (*Colobanthus quitensis*).

Заметного антропогенного влияния в районе мыса Стинкер Пойнт не наблюдается. Район этот не посещается туристами, кроме того, он достаточно сложен для высадки с моря, поскольку побережье усеяно многочисленными рифами. Окрестности бразильского убежища содержатся участниками Бразильской антарктической программы в чистоте. Выполняются все необходимые правила и действия, предусмотренные Мадридским протоколом. Мусор и все отходы жизнедеятельности вывозятся. Транспорт не используется.

Summary

Botanical study in the south-eastern part of the Elephant Island (South Shetland Islands) in the small coastal oasis near cape Stinker Point around Brazilian «Refugio Emilio Goeldi» (S 61°13', W 55°22') was carried out from January 17 till 26 February 2016. Elephant Island, the biggest in the northern group of the South Shetland Islands, lies at the eastern end of the archipelago, approximately in 150 km to north-east of the King George Island. The island is 40

km long by 24 km wide at its western end. It is 95% ice covered. The vegetation of Elephant Island first was survived botanically between December 1970 and March 1971 by J. S. Allison, participant of the British Joint Services Expedition, 1970-71. During our work around 450 specimens of lichens were collected in 54 localities. 84 lichen species from 39 genera and 22 families were discovered.

Литература.

1. Allison J. S., Smith R. I. L. The vegetation of Elephant Island, South Shetland Islands // Br. Antarct. Surv. Bull. – 1973. – Nos 33 and 34. – P. 185–212.

УДК 630*443.3

ДИНАМИКА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЯСЕНЕВЫХ НАСАЖДЕНИЙ БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ

Арнольбик В. М.¹, Бернацкий Д. И.¹, Сазонов А. А.², Ярмолович В. А.³, Звягинцев В. Б.³

¹ НП «Беловежская пуца», Каменюки, Беларусь prbpby@mail.ru

² РУП «Белгослес», Минск, Беларусь lesopatolog@rambler.ru

³ Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, yarm@belstu.by, zviagintsev@belstu.by

Ясеновые насаждения являются наиболее сложной лесной формацией по составу доминирующей древесной растительности, нижних ярусов фитоценозов и по ассоциированным организмам [1]. Ясенники отличаются высоким биоразнообразием, к примеру, только в лесах Великобритании выявлена почти тысяча видов, находящихся в тесной консорции с *Fraxinus excelsior*, причем некоторые из них не способны образовывать связей с другими растениями [2]. Следовательно, естественные, особенно старовозрастные ясеновые древостои представляют особую ценность как объекты охраны редких видов организмов и сообществ.

Крупнейшим европейским резерватом девственных широколиственных лесов является Национальный парк «Беловежская пуца». Этот уникальный природный комплекс сохранился благодаря длительному режиму ограничения хозяйственной деятельности, первые элементы которого появились еще в начале XV века [3].

До недавнего времени украшением парка являлись 200–250-летние ясенники и отдельные деревья-великаны, достигающие возраста более 350 лет. По данным лесоустройств различных годов (начиная с послевоенных лет), площадь ясеников пущи непрерывно увеличивалась до 2004 г. и составила на тот момент 888 га. Неуклонный

рост площадей насаждений ясеновой формации в неэксплуатируемых лесах связывают с постепенным доминированием данной породы в менее долговечных древостоях мелколиственных пород, преимущественно в черноольшанниках, которые в результате естественной сукцессии обычно сменяются ясенем. С 2005 года, когда в пуще было впервые зафиксировано явление массового усыхания данной породы [4], площадь ясенников сократилась до 286 га, или на 68 %, и продолжает снижаться до настоящего времени.

Динамика состояния ясенников пущи наиболее полно характеризуется постоянной пробной площадью (ППП) 1Я, заложенной в квартале 683В Никорского лесничества в 1972 г. Исходный состав насаждения 4Яс3Гр1Кл2Е+Вяз. Средний возраст главной породы в настоящее время – 200 лет, площадь ППП – 1 га. Результаты 8 перечетов, проведенных в разные годы, свидетельствуют о том, что ясень, наряду с кленом, до начала 2000-х гг. отличался от спутников наиболее стабильной численностью, что свидетельствует об их высокой устойчивости к стресс-факторам, приводящим в то время к интенсивному отпаду граба, ели и вяза (рис.). Однако за последние 10 лет на фоне достаточно стабильного состояния популяции клена наблюдается выпадение 2/3 деревьев ясеня, а оставшиеся растения имеют преимущественно ослабленное или сильно ослабленное состояние. Происходит ускоренное переформирование насаждения с доминированием ясеня и ели в кленово-грабовый древостой, причем именно граб, подрост которого оказался наиболее устойчивым в сложившихся условиях, получил возможность вращать в 1 и 2 яруса древостоя. Современный состав насаждения 5Гр3Кл1Яс1Е.

Наиболее существенным фактором, вызывающим массовое снижение жизнеспособности деревьев ясеня, считается инфекционный некроз ветвей, возбудителем которого является инвазивный аскомицет *Hymenoscyphus fraxineus* (Т. Kowalski) Baral, Queloz, Hosoya, (= *Basionym*: *Chalara fraxinea* Т. Kowalski; = *Synonym*: *Hymenoscyphus pseudoalbidus* Queloz et al.) [5]. Распространенность болезни в средневозрастных, припевающих и спелых древостоях Беларуси на деревьях первой величины составляет около 90 %, степень развития – $42,9 \pm 4,2$ %. Процесс ослабления деревьев ясеня повсеместно сопровождается интенсивным заселением деревьев патогенными грибами *Armillaria borealis* Marxm. & Korhonen и *A. cepistipes* Velen, вызывающими белую заболонную (армиллариозную) гниль корней и комлевой части ствола, что в итоге приводит к быстрой гибели деревьев и массовому ветровалу. Стволовые ядровые гнили, вызываемые грибами *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Bond. et Sing., *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., *Phellinus igniarius* (L. ex Fr.) Quel. и некоторыми другими, также часто встречаются на высоковозрастных деревьях ясеня, однако они влияют, прежде всего, на устойчивость деревьев к высоким ветровым нагрузкам. На последнем этапе отмирания усыхающие деревья заселяются большим (*Hylesinus crenatus* F.) и пестрым (*H. fraxini* Panz.) ясеновыми лубодами. В насаждениях с высоким патологическим отпадом ясеня данная группировка

вредителей может вызывать ослабление деревьев всех категорий состояния за счет дополнительного питания молодых жуков в лубяной части коры. При низкой численности насекомых усыхание деревьев может происходить и без заселения стволовыми вредителями.

Благодаря сложному составу и наличию двух или трех ярусов в кондоминантных ясеневых древостоях Беловежской пуши после усыхания ясеня древостой не теряет своей целостности. В зависимости от экотопа, из пород-спутников его после выпадения формируются ольховые, дубовые, кленовые, липовые и грабовые насаждения.

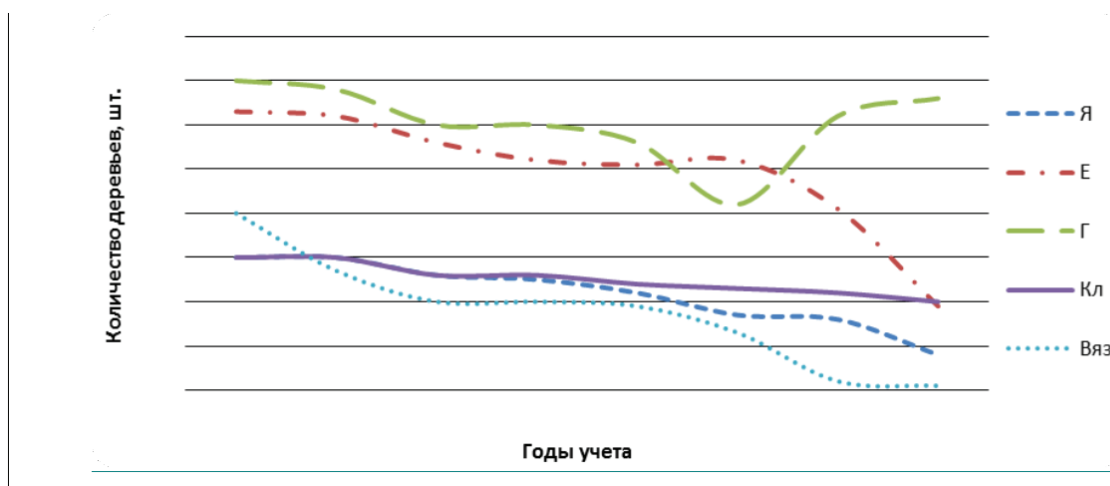


Рисунок. Динамика количества деревьев различных пород на ППП 1Я за последние 44 года

Массовые лесопатологические процессы различной этиологии затронули и другие лесные формации пуши. Популяция вяза шершавого (*Ulmus glabra* Huds.), в прошлом достаточно распространенного в пуше спутника ясеня и дуба, в сильной степени угнетена эпифитотией сосудистого микоза, вызванного инвазивными патогенами из рода *Orhiostoma*. Хроническое поражение деревьев начинается с возраста подроста. Острая форма болезни отмечается на деревьях второго яруса. На ППП 1Я произошло полное выпадение вяза из состава насаждения.

Насаждения ели европейской (*Picea abies*) последние десятилетия находятся в состоянии перманентного массового усыхания [6], испытывая стрессы погодных аномалий, главным образом засух, и сопутствующих им вспышек массового размножения стволовых вредителей. Под воздействием этих явлений количество ельников пуши сократилось более чем в 2 раза [7], что подтверждается динамикой отпада деревьев на представленной ППП.

Еще одной характерной чертой ясенников Беловежской пуши является прохождение древесными растениями всех стадий онтогенеза под существенным прессингом диких животных, численность которых в национальном парке значительно выше, чем

в других регионах Беларуси. С одной стороны, животные повреждают живой напочвенный покров, что благоприятствует семенному возобновлению ясеня, с другой, от потрав копытными страдают самосев и подрост. Систематическое объедание верхушек побегов, особенно в период вегетации, приводит к позднему отрастанию прироста текущего года, который наименее устойчив к инфекционному некрозу. Молодые растения кустятся, приобретают многовершинную форму и нередко погибают. В работе Юркевича и Адериho [1] указывается, что и в 70–80-х гг. прошлого века, т. е. еще задолго до начала инвазии патогена *H. fraxineus*, в насаждениях Беловежской пуши период угнетения подростa ясеня достигал 60 лет вследствие повреждений дикими животными. Совместное воздействие двух этих факторов ставит под сомнение перспективу естественного подполового возобновления ясеня в пуше.

Таким образом, в оптимальных для себя условиях ясенника снытевого, в которых, по мнению Юркевича и др. [8], ясьень является коренной породой и проявляет наибольшую фитоценотическую устойчивость, этот вид начинает заменяться насаждениями других формаций, не оставляя благонадежной смены под пологом. Очевидно, что таким же образом, как и на большей части ареала ясеня обыкновенного, состояние ясенников пуши с начала текущего века формируется под мощным воздействием инвазивного патогенного аскомицета *H. fraxineus*. Судя по динамике состояния ясеновой формации в других регионах Беларуси [9] и сопредельных территорий [10, 11], высоковозрастные насаждения национального парка оказались более устойчивыми к инфекционному некрозу ветвей. Нами выявлены отдельные деревья первого яруса, не имеющие внешних признаков поражения. Весьма вероятно, эти растения имеют генетически обусловленные механизмы устойчивости к новому для ясеня обыкновенного заболеванию. Такие деревья необходимо отбирать в качестве плюсовых только по признаку устойчивости и использовать для получения семян и клонирования с целью восстановления популяции ясеня обыкновенного в Беларуси.

Summary

The paper discusses the problem fallout of ash formation from the Bialowieza Forest plantations under the influence of invasive ascomycete *Hymenoscyphus fraxineus*, examines the role in this process other biotic factors.

Литература

1. Юркевич И. Д., Адериho В. С. Типы и ассоциации ясеновых лесов (по исследованиям в БССР). – Мн.: Наука и техника, 1973. – 256 с.
2. Mitchell R. J. et al. Ash dieback in the UK: a review of the ecological and conservation implications and potential management options // *Biological Conservation*. – 2014. – Vol. 175. – P. 95–109.
3. Козулько Г. А., Жуков В. П. Государственный национальный парк «Беловежская пуша» – старейший заповедник в Европе // *Беловежская пуша на рубеже третьего тысячелетия*:

Материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию со дня образования Государственного заповедника «Беловежская пуца». – Минск, 1999. – 16–33 с.

4. Сазонов А. А., Звягинцев В. Б. Особенности усыхания ясеневых насаждений Беловежской пуцы / Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. 2006. Вып. XIV. – С. 263–269.
5. Филиппович В. Н., Звягинцев В. Б., Шарандо А. В. Роль халарового некроза в процессах деградации ясенников Беларуси / Лесное и охотничье хозяйство №9, 2014.– с. 8–11.
6. Сазонов А. А., Кухта В. Н., Блинцов А. И., Звягинцев В. Б., Ермохин М. В. Массовое усыхание еловых лесов Беларуси на рубеже XX-XXI вв. и пути минимизации его последствий. Лесное хозяйство – 2014. – Москва. – №3. – С. 9–12.
7. Бернацкий Д. И. Особенности динамики еловых лесов Беловежской пуцы в связи с массовым усыханием ели / «Беловежская пуца». Исследования. 2009, вып. 13. – С. 65–75.
8. Юркевич И. Д., Адериho В. С., Гельтман В. С. Ясеньевые леса Беловежской пуцы // «Беловежская пуца». Исследования. 1971. – С. 3–22.
9. Звягинцев В. Б., Сазонов А. А. Динамика жизнеспособности ясеня в очагах армилляриоза / Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. 2007. Вып. XV. – С. 338–342.
10. Шабунин Д. А., Семакова Т. А., Давиденко Е. В., Васаитис Р. А. Усыхание ясеня на территории памятника природы «Дудергофские высоты», вызванное грибом *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, и морфологические особенности его аскоспор / Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства // 2012. – № 1-2. – С 70–79.
11. Давиденко Е. В. Основные причины массового усыхания ясеня в центральных и восточных областях Украины / Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. Вып. 211. – С. 147–160.

УДК 632.4:630*165.3

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА ПОПУЛЯЦИЙ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Баранов О. Ю.¹, Пантелеев С. В.¹, Ярмолович В. А.², Азовская Н. О.²

1. Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь, betula-belarus@mail.ru

2. Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, yarm@tut.by

Одной из характерных особенностей фитопатогенных грибов является наличие или превалирование стадии бесполого размножения в ходе жизненного цикла *Fungi*, что, по литературным данным, оказывает существенное влияние на формирование генотипи-

ческой структуры популяций грибов, в частности, наличие значительного числа генетически идентичных особей (клонов). Исходя из этого, определение термина «популяция» применительно к грибным организмам, в отличие, например, от семенных растений, в большинстве литературных источников трактуется как «совокупность клонов, обладающая общим генофондом, способная к самовоспроизводству и относительно обособленная от других групп, с представителями которых потенциально возможен генетический обмен» [1].

Характер формирования клональных и клонально-панмиктических популяций, как показано в многочисленных работах, включая и наши исследования, определяется биологическими особенностями как видов, подвидов, вариететов, так и конкретных изолятов грибов. В качестве примера структурной организации популяций Fungi в ходе исследований, было изучено пространственное распределение генотипов, изолятов и видов грибов с устойчивым систематическим положением. В качестве рассматриваемого фактора явилась система репродукции, способная (по литературным данным) оказывать существенное влияние на генетическую структуру [1].

Sphaeropsis sapinea – патогенный аскомицет, возбудитель диплоидоза хвойных пород. К настоящему времени для данного вида гриба не установлено наличие выраженной половой стадии – размножение осуществляется за счет бесполовых конидиоспор. Несмотря на отсутствие телеоморфы, в настоящее время *S. sapinea* в систематическом плане относится к аскомицетным грибам (в частности, к семейству Botryosphaeriaceae), что основано на данных секвенирования генов рибосомальных РНК [2].

В ходе анализа RAPD-локусов 42 изолятов *S. sapinea*, выделенных из 7-летних деревьев сосны обыкновенной (лесные культуры, Негорельский опытный лесхоз), было диагностировано два варианта генотипов, имеющих уровень генетической дифференциации, равный 1,3 %, что в целом не превышает среднее значение D_N , рассчитанное для изолятов *S. sapinea* в Беларуси (3,5 %). Характер распределения генотипов на пробной площади носил кластерный характер и соответствует эффекту основателя. В целом, полученные данные о пространственной организации популяций *S. sapinea* были характерны для грибов, размножающихся преимущественно бесполом путем [3].

Аналогичные результаты структуры микробных сообществ были получены и для грибов рода *Cladospodium* (в частности *C. herbarum*), вызывающих оливковую плесень семян хвойных пород. В отличие от *S. sapinea*, грибы рода *Cladospodium* имеют половую стадию (в частности, телеоморфой *C. herbarum* является *Davidiella tassiana*) с выраженным сапротрофным типом питания. В тоже время следует отметить, что в ходе патогенеза заражение растений в основном осуществляется бесполой стадией (*C. herbarum*), и массовое распространение инфекции происходит за счет образования многочисленных генетически идентичных бесполом конидиоспор. Таким образом, вследствие указанных репродуктивных особенностей, популяционная структура *Cladospodium* на одних и тех

же участках, но разных экологических нишах (инфицированных растениях и растительных остатках) может различаться в существенной степени.

При изучении доминирующих генотипов *Cladosporium* на пробной площади (посевное отделение ели европейской лесного питомника Чаусского лесхоза) внутривидовой полиморфизм отсутствовал – изоляты были представлены идентичными ДНК-спектрами, а пространственная структура сообщества, в основном, была связана с распределением двух штаммов видов *Cladosporium herbarum* и *Cladosporium* sp. 8.

Для патогенного базидиального гриба *H. annosum*, половые споры которого играют превалирующую роль для распространения инфекции по сравнению с бесполоыми, генотипическая структура популяций характеризовалась большей долей разнообразия генотипов на изученных опытных объектах. Так, при изучении RAPD-профилей 32 изолятов *H. annosum* из очага корневой губки сосны Негорельского опытного лесхоза было выявлено восемь отдельных генотипов. При этом одинаковые генотипы выявлялись только среди близлежащих деревьев (пней), что указывает на инфицирование растений через корневые системы посредством роста мицелия. В то же время наличие генотипического разнообразия подтверждает клоново-панмиктическую структуру *Heterobasidion annosum*.

На следующем этапе исследований было изучено влияние репродуктивных особенностей патогенных микромицетов на уровень генетической изменчивости.

Проведенный молекулярно-генетический анализ белорусских изолятов *H. annosum*, показал, что из 47 изученных RAPD-локусов корневой губки 41 у исследованной выборки изолятов полиморфен, что составляет 87,2 % от общего числа маркеров.

Несмотря на дикариотический (\approx диплоидный) тип мицелия *H. annosum*, достоверное определение параметров гетерозиготности не представлялось возможным, что главным образом связано с клоново-панмиктическим типом организации популяционной структуры. Исходя из особенностей структурной организации сообществ грибов, для оценки генетического разнообразия популяций патогенных микромицетов большинством авторов проводится сравнительный анализ генотипического разнообразия штаммов, выявляемых на изучаемой площади, с последующим определением уровня генетической дифференциации между ними [3].

При использовании RAPD-маркеров, вследствие их доминантного характера проявления, проведение сравнительного анализа изолятов проводилось на основании типирования электрофоретических профилей. Для оценки уровня генетического полиморфизма *H. annosum* в качестве исходного критерия была использована частота встречаемости гомозиготных рецессивных генотипов, позволяющая в большинстве случаев косвенно оценить особенности распределения аллельных вариантов исследуемых локусов при анализе диплоидных тканей. Уровень полиморфизма различных локусов среди изученных изолятов варьировал в широкой степени, что выражалось в изменении частоты

ты встречаемости генотипов различных вариантов. При этом наблюдалось наличие нормального распределения гетерозиготных генотипов – увеличения их числа (расчетные значения) по мере приближения частоты встречаемости аллелей “1” и “0” к эквивалентным значениям.

Степень генетических различий между изолятами достигала 50 %. При этом сходство генотипов внутри различных кластеров варьировало от 74 % до 99 %. Полученные данные в целом соответствуют результатам исследований различных базидиальных грибов с выраженным клонально-панмиктическим типом структуры популяций [3].

Для грибов, размножающихся преимущественно бесполом путем, уровень изменчивости был существенно ниже по сравнению с видами с амфимиктическим и смешанным типом репродукции [1, 3]. Так, в ходе анализа изолятов *S. sarinea* из различных регионов Беларуси по 77 RAPD-локусам было выявлено 17 вариантов генотипов. Детальный анализ полученных генотипических данных показал, что количество локусов, представленных альтернативными вариантами, у исследуемой группы генотипов не превысило 18 %.

В отличие от *H. annosum* аскомицетный гриб *S. sarinea* характеризуется монокарионным (\approx гаплоидным) типом мицелия, и, соответственно, все локусы представлены в гемизиготном состоянии. Вследствие данных особенностей расчет параметров гетерозиготности для изолятов *S. sarinea* не представлялся возможным, а оценка уровня генетического полиморфизма также проводилась на основании анализа разнообразия генотипов.

Уровень полиморфизма различных локусов среди изученных изолятов был крайне низким, что выражалось в ограниченном числе альтернативных вариантов генотипов по отдельным локусам, а также незначительной частотой их встречаемости. Так, анализ аллельного разнообразия у полиморфных локусов (18 % от общего числа) показал, что 10 % характеризовались умеренной изменчивостью за счет наличия редких альтернативных аллелей (частота не превышала 6 %), оставшиеся 8 % локусов имели альтернативные аллели с частотой встречаемости 23,5-47,0 % в изученной выборке. Уровень генетического полиморфизма вследствие гаплоидности *S. sarinea* был оценен на основании расчета показателей генетического разнообразия Неи. Так, значение параметра общего генетического разнообразия для белорусских изолятов оказалось низким ($H_T = 0.043$) и полностью соответствовало величинам, полученным для видов с бесполом типом размножения. Изменчивость внутри популяций практически полностью отсутствовала ($H_S < 0.01$), а уровень межпопуляционных различий превышал 99 %.

Изучение уровня генетической дифференциации выявило существенную степень варьирования значения показателя генетической дистанции Неи (D_N) среди изученных генотипов изолятов. Так, наибольшие различия составили 0,069, т. е. 6,9 % локусов были представлены альтернативными вариантами генотипов. В тоже время для ряда изолятов уровень различий не превысил 1,7 %. В среднем, значение показателя D_N среди изученных изолятов было установлено в пределах 0,035.

На следующем этапе исследований был проведен сравнительный RAPD-анализ уровня генетического разнообразия изолятов микромицетов, различающихся степенью специализации. Было установлено, что виды, способные заражать широкий круг хозяев, характеризовались более широким диапазоном показателя генетической дифференциации среди изученных изолятов. Так, для *Alternaria alternata* значение D_N варьировало 0,047-0,405, в среднем 0,162, *Cladosporium herbarum* – 0,021-0,458 (0,189), *Aureobasidium pullulans* – 0,025-0,385 (0,214), *Epicoccum nigrum* – 0,038-0,346 (0,223). В тоже время для видов с узкой специализацией в среднем величина D_N была ниже: *Erysiphe alphitoides* – 0,052-0,157 (0,122), *Lophodermium segetis* – 0,035-0,217 (0,141). Полученные результаты могут быть объяснены как большей пластичностью патогенных микромицетов с широкой видовой специализацией, так и наличием скрытой внутритаксонной структуры, обеспечивающей высокий патогенетический потенциал по отношению к различным растениям-хозяевам.

RAPD-анализ инвазивных видов фитопатогенов *Pestalotia thujae*, *Colletotrichum acutatum*, выявленных нами только в нескольких питомниках на территории Беларуси, показал, что проанализированные изоляты характеризовались генетическим сходством, что, в свою очередь, указывает на моноклональное происхождение популяций данных возбудителей инфекции.

Summary

In present study, on base of DNA assay, analysis the influence of various factors on the population genetic structure of plant pathogenic fungi was carried out. The main factors that influence the population genetic structure of plant pathogenic fungi were: parasitism, particularly the alternation of sexual and asexual stages in the life cycle, and reproduction system.

Литература

1. Xu J. Fundamentals of Fungal Molecular Population Genetic Analyses // Curr. Issues Mol. Biol. – 2004. – V.15. – P. 75–90.
2. Poczai P., Varga I., Hyvönen J. Internal transcribed spacer (ITS) evolution in populations of the hyperparasitic European mistletoe pathogen fungus, *Sphaeropsis visci* (Botryosphaeriaceae): The utility of ITS2 secondary structures // Gene. – 2015. – V. 558(1). – P. 54-64.
3. Giraud T., Enjalbert J., Fournier E., Delmotte F., Dutech C. Population genetics of fungal diseases of plants // Parasite. – 2008. – V.15. – P. 449-454.

МИКРОМИЦЕТЫ КАК ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ИХ ВКЛЮЧЕНИЕ В КРАСНУЮ КНИГУ

Беломесяцева Д. Б., Шабашова Т. Г.

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси»,
г. Минск, Беларусь, tiniti@inbox.ru

Конвенция о биологическом разнообразии (Rio Convention on Biological Diversity [CBD]) провозглашает право для всех видов живых организмов на существование на этой планете. Однако во многих случаях данное положение остается красивой теорией, не имеющей отношения к реальному положению дел. Это особенно верно для микроскопических организмов. Ситуация с сохранением и поддержанием биоразнообразия этого огромного массива микобиоты остается неизученной, и в настоящее время еще очень редки положительные примеры включения в число охраняемых микроскопических видов грибов. Природоохранное сообщество в настоящее время в состоянии поддерживать политику информирования общественности и государственных органов о положении дел с сохранением биоразнообразия на уровне класса всего для трех групп организмов: млекопитающих, птиц и земноводных. В общей сложности, эти группы составляют лишь около 1 % от описанных видов в мире (и намного меньшую долю от общего вероятного биоразнообразия, которая будет включать в себя огромное количество неописанных грибов и беспозвоночных животных). В настоящее время мало что можно сказать о состоянии, угрожающем положению и рисках исчезновения остальных 99 % видов [1, 2].

Наиболее значительной международной инициативой по охране грибов является проект Conservation of Microfungi (Darwin Initiative), который начал свою работу в 2007 году [1]. В рамках проекта выделяется три группы микромицетов: 1) аскомицеты в телеоморфной и анаморфной (конидиальной) стадиях; 2) ржавчинные и головневые грибы; 3) амёбозои, ризарии, хромисты, хитридио- и зигомицеты. Ведутся работы как по разработке критериев для включения микроорганизмов в перечни охраняемых видов, так и по выявлению непосредственных угроз для существования отдельных видов и даже родов.

В европейских и международных природоохранных организациях (включая IUCN), все чаще поднимается вопрос о необходимости изучения популяций микроскопических грибов, выделения характерных, базовых структурных элементов, адвентивного компонента и уязвимых видов.

На данный момент сформировались следующие основные подходы к охране редких видов микромицетов. Во-первых, у микромицетов, строго приуроченных в своем развитии к определенному растению-хозяину, сокращается ареал распространения, вплоть до полного исчезновения в случае, когда сосудистое растение-инконсорт оказывается на грани вымирания. Данная тенденция характерна для высокоспециализированных сумчатых и базидиальных микромицетов. Естественной мерой защиты подобных грибов является поддержание и

восстановление естественного ареала растений, с которыми они консортивно связаны.

Более редкое явление – произрастание в отдельном природном комплексе уникального вида гриба, встречающегося на территории страны единичными популяциями, а иногда в виде отдельных экземпляров.

В Беларуси в 2015 году в последнее издание Красной книги был включен редкий вид микромицета, ограниченная популяция которого была найдена в Брестском полесье [7].

В июле 2000 г. в Малоритском районе собран гербарий образцов хвои и молодых веточек можжевельника обыкновенного. На них были обнаружены хорошо развитые (до 2 мм в высоту) стромы гифомицета, имеющие в верхней части выступ более или менее правильной цилиндрической или воронковидной формы, внешне напоминающий синнему. Из них выступают колонки тесно сближенных цепочек одноклеточных шаровидных бурых конидий с заметными бородавочками. По этим признакам гриб с уверенностью идентифицирован как типовой вид монотипного рода *Ojibwaya* B. Sutton (Dematiaceae, *Hyphomycetes*) – *O. perpulchra* B. Sutton [3, 4].

Дополнительная консультация была проведена в лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН д. б. н. В. А. Мельником [5].

Белорусская популяция гриба развивалась в условиях можжевельниковой пустоши на песчаных дюнах.

Данный вид гриба впервые описан Саттоном по сборам на *Juniperus communis* из Канады. До сих пор гриб зарегистрирован, кроме Канады (*locus classicus*), только в Африке, в Малави. В Африке он был найден как на *J. communis* и *J. communis* var. *depressa*, так и на *Widdringtonia whytei* [3, 4].

Таким образом, находка данного вида в Беларуси (Малоритский район, на ветвях на *Juniperus communis*) стала третьей в мире и значительно расширила представление о его распространении [5, 8].

Дублетные образцы хранятся в гербариях БИН РАН (Россия; LE) и CABI Bioscience (Великобритания; IMI) [5].

Ojibwaya perpulchra B. Sutton – Ожибвайя красивая - Ажыбвайя прыгожая.

Редкий, с уязвимыми экотопами, недостаточно изученный вид (DD), имеющий в Беларуси единственное известное для Евразии местонахождение.



Рисунок. Стромы *O. Perpulchra* на веточке можжевельника

В настоящее время проводятся подготовительные исследования, которые позволят предложить для включения в список охраняемых видов еще один вид гифомицетов. На древесине ели европейской, собранной в Мядельском р-не Минской обл., на территории природного комплекса «Голубые озера» (MSK-F 20569), был обнаружен редкий гифомицет из сем. Dematiaceae, с шаровидными муральными буроватыми конидиями. Дальнейшее изучение показало, что морфологические признаки этого гриба очень близки к таковым у описанного в Великобритании на отмерших ветвях ели гриба *Dictyopolyschema pirozynskii* M. B. Ellis. Консультация по данному виду также была проведена в лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН д. б. н. В. А. Мельником.

Это первая находка данного вида на территории Беларуси. Ранее данный вид был отмечен только в Великобритании и Индии [8, 9]. Если в ходе исследований подтвердится наличие устойчивой колонии *D. Pirozynskii*, то будет внесено предложение о включении данного вида в списки кандидатов на внесение в Красную книгу Республики Беларусь.

Summary

Microscopic fungi are an important part of the nature biodiversity. In the last decade the international environment protection organizations have begun to include these organisms in lists of the protected species. In Belarus also we have begun work on the insertion some micromycetes into the Red List.

Литература

1. Darwin Initiative project Conservation of Microfungi - a voice for unprotected and vulnerable [<http://www.cybertruffle.org.uk/darwin-microfungi/index.htm>].
2. Convention on the conservation of european wildlife and natural habitats [<https://wcd.coe.int/com.instranet.InstraServlet?command=com.instranet>].
3. Sutton B. C. Hyphomycetes from Manitoba and Saskatchewan // *Mycological Papers*. 1973. Vol. 132. 143 p.
4. Sutton B. C. Mitosporic fungi from Malawi // *Mycological Papers*. 1993. Vol. 167. 93 p.
5. Мельник В. А., Беломесяцева Д. Б. *Ojibwaya perpulchra* – новый гифомицет для микобиоты Беларуси // *Микология и фитопатология*. 2001. № 35 (1) С. 41-43.
6. Беломесяцева Д. Б. Микобиота в консорции можжевельника в Беларуси.– Мн., 2004. – 236 с.
7. Беломесяцева Д. Б. Ожибвайя красивая // *Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский, М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцикл. імя П. Броўкі. – 2015. – С. 364.*

8. Беломесяцева Д. Б., Шабашова Т. Г. *Dictyopolyschema pirozynskii* на мертвой древесине ели европейской в Беларуси // Новости систематики низших растений – СПб.: Наука, 2015. – Т. 49. – С. 127–141.

9. Беломесяцева Д. Б., Шабашова Т. Г. Флора Беларуси. Грибы. В 7 т. Т. 2. Анаморфные грибы. Кн. 1. Темноокрашенные гифомицеты / Научн. ред. В. И. Парфенов. – Минск: Беларуская навука, 2015 – 162 с.

УДК 582.29

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ ОСТРОВНЫХ МЕСТ
ПРОИЗРАСТАНИЯ ЕЛИ НА ТЕРРИТОРИИ ИВАНОВСКОГО РАЙОНА
(БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)**

П. Н. Белый¹, М. В. Кудин²

1. Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь, pavel.bely@tut.by

2. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, geobotany@biobel.bas-net.by

Еловые леса, сформированные елью европейской (*Picea abies* (L.) Karst.), широко распространены в северной и центральной частях Республики Беларусь. На юге республики ель произрастает в так называемых «островах» [1].

Область островного распространения ели обыкновенной занимает почти всю территорию Полесской низменности. Островные местонахождения ели территориально разобщены, но имеют аналогичные микроклиматические условия. Эти острова можно рассматривать как своеобразные микроареалы еловых лесов с присущими им процессами расселения, формирования и смены фитоценозов [1]. В настоящее время общая площадь лесов с доминированием ели в островных местообитаниях составляет около 2,2 тыс. га, с участием ели в составе – около 4,9 тыс. га, что составляет 0,4 % лесопокрытой площади зоны островного произрастания ели в Беларуси [2]. Наиболее крупные островные ельники естественного происхождения сосредоточены на юге Брестского района, в Малоритском и Столинском р-не (окрестности г. Столина) Брестской области, а также в Житковичском (окрестности г. Житковичи), Лельчицком (окрестности г. Лельчицы) и Добрушском (окрестности г. Добруша) районах Гомельской области [1, 2].

Лишайники являются неотъемлемым компонентом еловых сообществ. Несмотря на большое количество фундаментальных исследований, посвященных анализу генезиса и географии, особенностям организации и процессам формирования сообществ еловых

лесов, видовое разнообразие лишайников в ельниках Беларуси (а в островных – в особенности) до сих пор остается малоизученным. В настоящее время имеются данные по видовому разнообразию лишайников островных ельников, произрастающих на территории Гомельского, Добрушского и Лельчицкого административных районов республики [3, 4]. Кроме того, исследованиями были охвачены еловые леса, произрастающие в области островного распространения ели европейской, в пределах Калинковичского района Гомельской области и Столинского района Брестской области [5].

Настоящая работа основана на результатах исследования видового разнообразия лишайнобиоты островных мест произрастания ели европейской на территории Ивановского района (Брестская область). Преследуемая цель и задачи заключались в проведении анализа биоразнообразия и особенностей формирования лишайнобиоты в условиях изученной территории. Полевые исследования проводились в 2015 г. в окрестностях д. Завышье, в четырех типах еловых лесов (ельники кисличные, мшистые, папоротниковые, черничные) с использованием маршрутного и стационарного методов. Лишайники были собраны на следующих породах деревьев: *Pinus sylvestris* L. – Сосна обыкновенная (С), *Betula pendula* Roth – Береза бородавчатая (Б), *Picea abies* (L.) Karst. – Ель европейская (Е), *Quercus robur* L. – Дуб черешчатый (Д), *Populus tremula* L. – Осина (Ос), *Tilia cordata* Mill. – Липа сердцелистная (Лп), *Sorbus aucuparia* L. – Рябина обыкновенная (Р), *Carpinus betulus* L. – Граб обыкновенный (Г), *Fraxinus excelsior* L. – Ясень обыкновенный (Я), *Alnus glutinosa* (L.) P. Gaertn. – Ольха черная (Олч), *Corylus avellana* L. – Лещина обыкновенная (Лщ). Эпиксильные виды (ЭПК), эпигейные (ЭПГ), на растительных остатках (ЭПР). Определение лишайников проводилось с помощью стандартных лишайнологических методик.

В ходе исследований было выявлено 72 вида, 1 подвида и 1 форма лишайников, относящихся к 35 родам, 16 семействам и 7 порядкам: *Anartychia ciliaris* (L.) Körb. (Д, Ос), *Caloplaca cerina* (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr. (Ос), *C. pyracea* (Ach.) Th. Fr. (Ос), *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr. (Ос), *Catinaria atropurpurea* (Schaer.) Vězda & Poelt (Лщ, Ос), *Chaenotheca chrysocephala* (Turner ex Ach.) Th. Fr. (Е), *Ch. ferruginea* (Turner ex Sm.) Mig. (Е, С), *Ch. furfuracea* (L.) Tibell (Е, ЭПГ), *Chaenotheca stemonea* (Ach.) Müll. Arg. (Е), *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th. Fr. (Е), *Cladonia bacillaris* (Ach.) Nyl. (Е), *C. cenotea* (Ach.) Schaer. (ЭПК), *C. cervicornis* subsp. *verticillata* (Hoffm.) Ahti (ЭПГ), *C. chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. (Б, Е, Олч, Ос), *C. coniocraea* (Flörke) Spreng. (Б, Е, Олч, ЭПК), *C. digitata* (L.) Hoffm. (Е, ЭПК), *C. fimbriata* (L.) Fr. (Е, ЭПК, ЭПГ), *C. floerkeana* (Fr.) Flörke (Е), *C. glauca* Flörke (ЭПК, ЭПГ), *C. grayi* G. Merr. Ex Sandst. (Е), *C. macilenta* Hoffm. (Е, С, ЭПК), *C. ochrochlora* Flörke (ЭПК), *C. parasitica* (Hoffm.) Hoffm. (ЭПК), *C. squamosa* (Scop.) Hoffm. (Б, ЭПК), *Coenogonium pineti* (Schrad. ex Ach.) Lücking & Lumbsch (Е, С, ЭПК, ЭПР), *Evernia prunastri* (L.) Ach. (Д, Е, Лп, Лщ, ЭПК), *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale (Д, Е, Лщ, Олч, Ос, Я), *Graphis scripta* (L.) Ach. (Г, Лп, Лщ, Олч, Ос, Р, Я), *Hypocenomyce*

scalaris (Ach.) M. Choisy (E, C, ЭПК), *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. (Б, Г, Е, Лп, Лщ, Ос, ЭПК, ЭПР), *H. tubulosa* (Schaer.) Hav. (E), *Imshaugia aleurites* (Ach.) S.L.F. Mey (E), *Lecanora allophana* Nyl. (Ос), *L. carpinea* (L.) Vain. (Г, Лщ, Ос), *L. symmicta* (Ach.) Ach. (Г, Е, Лщ, Олч, Ос), *Lecanora varia* (Hoffm.) Ach. (Б), *Lecidella euphorea* (Flörke) Hertel (E, Ос), *Lepraria incana* (L.) Ach. (Г, Е, Лп, Лщ, Олч, Р, ЭПК), *L. jackii* Tønsberg (E, ЭПК), *L. lobificans* Nyl. (Лщ, Олч, ЭПК), *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch (Лп, Лщ, Олч, Ос), *M. subaurifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch (E, Я), *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch (E), *Opegrapha rufescens* Pers. (Олч), *Parmelia sulcata* Taylor (Д, Е, Олч, Ос, С, Я), *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale (Д), *Parmotrema stuppeum* (Taylor) Hale (E), *Pertusaria albescens* (Huds.) M. Choisy & Werner (Ос), *Pertusaria amara* (Ach.) Nyl. (Д, Олч, Р), *P. amara* f. *sanguinescens* Erichsen (Олч), *Phaeophyscia ciliata* (Hoffm.) Moberg (Ос, Я), *Ph. orbicularis* (Neck.) Moberg (Ос), *Phlyctis argena* (Spreng.) Flot. (Д, Олч, Ос, Р, Я), *Physcia adscendens* H. Olivier (E, Ос), *Ph. aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Furnr. (Ос), *Ph. dubia* (Hoffm.) Lettau (E), *Ph. stellaris* (L.) Nyl. (Ос), *Ph. tenella* (Scop.) D. C. (E, Ос), *Ph. tribacia* (Ach.) Nyl. (E), *Physconia detersa* (Nyl.) Poelt (Ос), *Ph. distorta* (With.) J.R. Laundon (Ос), *Ph. enteroxantha* (Nyl.) Poelt (Ос), *Placynthiella uliginosa* (Schrad.) Coppins & P. James (ЭПГ), *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf (E), *Ramalina farinacea* (L.) Ach. (Д, Е, Ос), *R. fraxinea* (L.) Ach. (Д, Ос), *R. pollinaria* (Westr.) Ach. (Д), *Rinodina pyrina* (Ach.) Arnold (Ос), *Tuckermanopsis chlorophylla* (Willd.) Hale (E), *Usnea hirta* (L.) F. H. Wigg. (E), *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson (E), *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (E, Ос, Б), *Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber (E).

Флористический спектр лишенобиоты исследуемой территории показывает, что ее основу составляют лишайники порядка *Lecanorales* Nannf., представленного 41 видом (56,9 % общего числа выявленных видов), 19 родами, 5 семействами. Порядок *Teloschistales* D. Hawksw. & O.E. Erikss. представлен 17 видами (23,6 %) относящимся к 7 родам, порядок *Ostropales* Nannf. – 3 видами и 3 родами, порядок *Pertusariales* M. Choisy ex. D. Hawksw & O.E. Erikss. – 2 видами (2,8 %) из одного рода. Порядки *Artoniales* Henssen ex D. Hawksw. & O.E. Erikss., *Vaeomycetales* Lumbsch, Huhndorf & Lutzoni и *Candelariales* Mađl., Lutzoni & Lumbsch представлены одним видом и родом каждый. Необходимо отметить, что семейство *Coniocybaceae* Reichenb., включающее 1 род и пять видов, не входит ни в один из порядков и рассматривается как семейство с неясным систематическим положением в отделе *Ascomycota* Caval.-Sm.

Уровнем видового разнообразия выше среднего показателя характеризуются семейства *Parmeliaceae* Zenker (15 видов, или 20,8 % общего числа видов), *Cladoniaceae* Zenker (14 видов, или 19,4 %), *Physciaceae* Zahlbr. (13 видов, или 18,1 %), *Coniocybaceae* Reichenb. (5 видов, 6,9 %) и *Lecanogaceae* Körber (5 видов, или 6,9 %). Далее располагаются семейства *Teloschistaceae* Zahlbr. (4 вида, 5,6 %), *Ramalinaceae* C. Agardh (4 вида,

5,6 %), Stereocaulaceae Chevall. (3 вида, 4,2 %), Pertusariaceae Körb. ex Körb. (2 вида, 2,8 %). По одному виду (1,4 % общего числа видов) приходится на семейства Candelariaceae Nakul., Coenogoniaceae (Fr.) Stizenb., Graphidaceae Dumort., Ophioparmaceae R.W. Rogers & Hafellner, Phlyctidaceae Poelt et Vězda ex J.C. David & D. Hawksw., Roccellaceae Chevall. и Trapeliaceae M. Choisy ex Hertel,

В результате проведенного анализа выявленные виды лишайников отнесены к следующим эколого-субстратным группам: эпифиты, эпиксилы, эпигейды. Соотношение указанных групп лишайников неодинаково. Подавляющее большинство выявленных видов лишайников отмечено на коре различных древесных пород. Следует выделить две древесные породы, характеризующиеся богатым видовым составом лишайников – это ель (39 видов) и осина (30 видов). На обнаженной древесине отмечено 16 видов (22,2 %), на почве – 6 видов (8,3 %), на разлагающемся органическом материале отмечен 1 вид (1,4 %). Из 72 видов на одном субстрате отмечено 58 видов, на двух типах субстрата – 11 видов, на трех – 3 вида лишайников.

Заслуживает внимания факт произрастания в островных локалитетах еловых лесов редкого охраняемого вида – *Parmotrema stuppeum* – отмеченного, к тому же, впервые в республике на таком нехарактерном для него субстрате, как ель обыкновенная [6].

Таким образом, видовое разнообразие лишайников островных мест произрастаний ели на территории Ивановского района составляет 72 вида, что довольно значительно, учитывая малую площадь еловых лесов в районе исследования. Очевидно, что это только предварительные данные, а последующее более длительное и тщательное изучение значительно расширит уже известные материалы по лишенобиоте островных ельников республики.

Summary

The results of the investigation of lichens of the spruce forests growing on the territory of the Ivanovo district (Brest region) are presented. A total 72 species were found belonging to 35 genera, 16 families and 7 orders.

Литература

1. Юркевич И. Д., Голод Д. С., Парфенов В. И. Типы и ассоциации еловых лесов. – Минск: Наука и техника, 1971. – 351 с.
2. Ермохин М. В. Пугачевский А. В. Современная динамика южной границы сплошного распространения ели (*Picea abies* Karst.) в Беларуси / М. В. Ермохин, // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2009. – № 1. – С. 51–55.
3. Белый П. Н. Видовое разнообразие лишайников островных местопроизрастаний ели Лельчицкого района (Гомельская область, Беларусь) // Наука о лесе XXI века : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию Института леса НАН Беларуси, Гомель, 17–19 ноября 2010 г. / Институт леса НАН Беларуси ; редкол.: А. И. Ковалевич [и др.]. – Гомель, 2010. – С. 393–396.

4. Белый П. Н., Николайчук А. М., Вашкевич М. Н. К изучению видового разнообразия лишайников островных мест произрастания ели (*Picea abies*) на территории Гомельского Полесья (Беларусь) // Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран : сб. науч. статей II Междунар. науч.-практич. конф., 27–29 марта 2012 г. / МГПУ им. А. А. Кулешова : в 2 ч. / редкол.: И. Н. Шаруха [и др.]. – Могилев, 2012. – Ч. 2. – С. 180–183.
5. Белый П. Н. Аннотированный список лишайников и лишенофильных грибов еловых экосистем Беларуси // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. – Минск: Белорусский Дом печати, 2011. – Вып. 6. – С. 146–178.
6. Bely P. New data on the distribution and the ecology of the lichen *Parmotrema stuppeum* (Parmeliaceae, lichenized Ascomycota) in Belarus // *Botanica Lithuanica*. – 2016. – 22(1). – P. 93–95.

УДК 582.281.14

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ НА ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ ЗБС МГУ

Благовещенская Е. Ю.

Биологический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия, kathryn@yandex.ru

Ложная мучнистая роса – это довольно распространенное заболевание растений с характерной симптоматикой. Возбудители данного заболевания относятся к порядку Peronosporales (Oomycetes, Oomycota) и, согласно современным представлениям, они рассматриваются как грибоподобные организмы, входящие вместе с некоторыми водорослями в царство Stramenopiles империи Chromalveolata [2]. Эти патогены могут приносить значительный ущерб как сельскохозяйственным, так и декоративным растениям, но в природных ценозах они обычно являются постоянной составляющей системы и в нормальных условиях не приносят заметного вреда популяциям дикорастущих растений. Данная работа обобщает результаты пяти лет наблюдения (2011-2015 гг.) за развитием возбудителей ложной мучнистой росы в природных условиях на территории Звенигородской биологической станции им. С. Н. Скадовского Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (ЗБС МГУ).

ЗБС МГУ расположена на западе Московской области на берегу Москвы-реки, занимает площадь 1300 га и вот уже многие десятилетия служит полигоном для научных исследований и учебной базой для студенческих практик. Большая часть территории биостанции покрыта лесами; преобладают сложные ельники и хвойные леса таежного характера, но встречаются также луга и болота (верховое, переходное и низинное). Та-

ким образом, флора ЗБС достаточно разнообразна и насчитывает 845 видов сосудистых растений, среди которых 814 вида покрытосеменных [1].

На территории встречается 24 вида возбудителей ложной мучнистой росы на 29 видах растений (таблица), среди которых наиболее распространенными являются *Hyaloperonospora lunariae* (на луннике), *Peronospora alta* (на подорожнике), *Plasmopara nivea* (на сныти), *P. obducens* (на недотроге), *P. pusilla* (на герани), отмечаемые во всех местах произрастания растений-хозяев. Остальные виды встречаются на территории рассеянно и/или выявляются не каждый год. *Peronospora myosotidis* представлена только единичной находкой (2014 г.). Также на ЗБС МГУ отмечен на пастушьей сумке (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medikus), эпизодически встречается возбудитель белой ржавчины крестоцветных (*Albugo candida* (Pers.) Roussel), который тоже относится к порядку *Peronosporales*.

Таблица. Список возбудителей ложной мучнистой росы, выявленных на ЗБС МГУ

№	Вид патогена	Растение-хозяин
1	<i>Bremia lactucae</i> Regel	<i>Hieracium murorum</i> L.
2	<i>Hyaloperonospora lunariae</i> (Gäum.) Constant.	<i>Lunaria rediviva</i> L.
3	<i>Hyaloperonospora parasitica</i> (Pers.) Constant.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medikus, <i>Cardamine impatiens</i> L.
4	<i>Peronospora alta</i> Fuckel	<i>Plantago major</i> L.
5	<i>Peronospora anemones</i> Tramier	<i>Anemonoides ranunculoides</i> (L.) Holub
6	<i>Peronospora arborescens</i> (Berk.) de Bary	<i>Atriplex patula</i> L.
7	<i>Peronospora arenariae</i> (Berk.) Tul.	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.
8	<i>Peronospora chelidonii</i> Miyabe	<i>Chelidonium majus</i> L.
9	<i>Peronospora conglomerata</i> Fuckel	<i>Geranium pratense</i> L.
10	<i>Peronospora corydalis</i> de Bary	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.
11	<i>Peronospora ficariae</i> Tul.	<i>Ficaria verna</i> Huds.
12	<i>Peronospora knautiae</i> Fuckel	<i>Succisa pratensis</i> Moench
13	<i>Peronospora myosotidis</i> de Bary	<i>Myosotis micrantha</i> Pall. ex Lehm.
14	<i>Peronospora parva</i> Gäum.	<i>Stellaria graminea</i> L., <i>S. holostea</i> L.
15	<i>Peronospora radii</i> de Bary	<i>Tripleurospermum perforatum</i> (Merat) M. Lainz
16	<i>Peronospora ranunculi</i> Gäum.	<i>Ranunculus polyanthemos</i> L.
17	<i>Peronospora sordida</i> Berk.	<i>Scrophularia nodosa</i> L.
18	<i>Peronospora trifoliorum</i> de Bary	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh., <i>Trifolium medium</i> L.
19	<i>Plasmopara densa</i> (Rabenh.) J. Schröt.	<i>Scrophularia nodosa</i> L.
20	<i>Plasmopara nivea</i> (Unger) J. Schröt.	<i>Aegopodium podagraria</i> L., <i>Angelica sylvestris</i> L.
21	<i>Plasmopara obducens</i> (J. Schröt.) J. Schröt.	<i>Impatiens parviflora</i> DC.
22	<i>Plasmopara pusilla</i> (de Bary) J. Schröt.	<i>Geranium pratense</i> L., <i>G. sylvaticum</i> L.
23	<i>Plasmoverna pygmaea</i> (Unger) Constant.	<i>Hepatica nobilis</i> Mill.
24	<i>Pseudoperonospora cubensis</i> (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev	<i>Humulus lupulus</i> L.

Развитие заболеваний приурочено преимущественно к началу лета (рисунок). Весной наблюдается обычно строго определенный набор патогенов, паразитирующих на ранневесенних эфемероидах – *Peronospora anemones*, *P. corydalis* и *P. ficariae*, вызывающих системное поражение ветреницы, хохлатки и чистяка соответственно. Максимальное число видов отмечается обычно в июне и первой половине июля, к осени сохраняются только наиболее массовые виды, у которых иногда наблюдается вторая волна формирования спороношения.

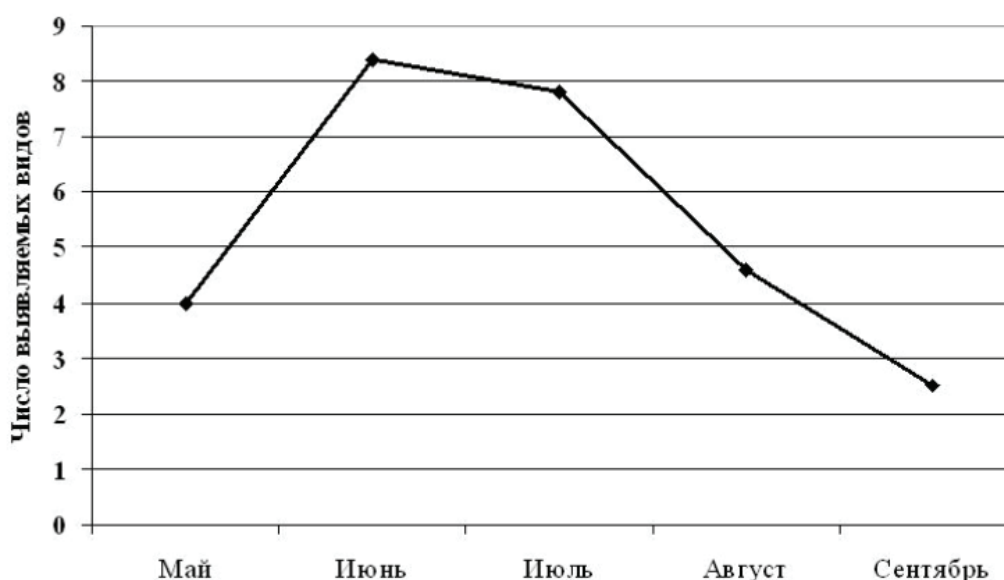


Рисунок. Сезонная динамика развития возбудителей ложной мучнистой росы (средние значения за 2011-2015 гг.)

Summary

This paper presents the results of five-year study of seasonal dynamic of downy mildew on Skadovsky Zvenigorod Biological Station of Moscow State University (ZBS MSU, Moscow Region). A total of 25 species of Peronosporales were revealed during the study. Downy mildew on ZBS MSU has obvious seasonal dynamic during the year with maximum in June.

Литература

1. Алексеев Ю. Е., Жмылев П. Ю., Карпухина Е. А. Флора сосудистых растений ЗБС и ее окрестностей // Руководство по летней учебной практике студентов-биологов на Звенигородской биостанции им. С. Н. Скадовского (под ред. В. М. Гаврилова). – М.: Изд-ство Московского университета. – 2011. – С. 158 – 230.
2. Гололобова М. А. Положение «низших растений» в системе органического мира // Известия РАН. Серия биологическая. – 2015. – № 6. – С. 589 – 596.

ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСКОМИЦЕТОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ГОРНОЙ СИСТЕМЫ СИХОТЭ-АЛИНЬ

Богачева А. В.

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия, bogacheva@ibss.dvo.ru

Изучение дальневосточного региона насчитывает более чем трехсотлетнюю историю. Микологические исследования занимают в ней скромное место. В 1949 г. была создана лаборатория Низших растений при Дальневосточном филиале Академии наук СССР, что послужило началом интенсивному изучению микобиоты дальневосточного региона [16]. Поскольку дискомицеты – грибы, формирующие как крупные так и мелкие плодовые тела, в разные временные периоды они являлись объектами исследований в качестве макромицетов у следующих микологов – Л. Н. Васильева, Б. Б. Куллман, М. М. Назарова, Н. А. Сазанова, и микромицетов – Э. З. Коваль, В. П. Прохоров, А. Г. Райтвийр, Б. А. Томилин. Некоторые виды дискомицетов привлекали внимание специалистов (А. А. Аблакатова, Е. С. Нелен, И. А. Бункина) как паразитные грибы. Систематические исследования дискомицетов дальневосточного региона были начаты нами с 1987 года и продолжаются по сей день.

Особенным местом исследования дискомицетов являются растительные сообщества горной системы Сихотэ-Алинь. В целом Сихотэ-Алинь имеет асимметричный поперечный профиль. Восточный макросклон является наиболее изученным в плане выявления видового разнообразия дискомицетов благодаря выполнению многолетнего проекта по исследованию растительного покрова Сихотэ-Алинского государственного биосферного заповедника. Сихотэ-Алинский заповедник исследовался микологами с шестидесятых годов XX века. Комплексная экспедиция эстонской научной молодежи в 1961 г. собрала богатый материал. Результатом стал целый ряд публикаций, содержащий описания новых и редких видов Дальнего Востока. Небольшая коллекция ксилариевых грибов (Xylariaceae, Xylariales, Xylariomycetidae, Sordariomycetes, Ascomycota), по-мнению ее обработчика Денниса Р. У. Г., выявила в микобиоте некоторые элементы, характерные для тропических и субтропических широт [22]. А. Г. Райтвийр отмечал, что ряд обнаруженных им геоглоссовых (Leotiomycetes, Ascomycota) и дрожалковых видов (Agaricomycetes, Basidiomycota) являются представителями палеарктического элемента с ареалом в Северной и Центральной Америке и в Южной и Юго-Восточной Азии [20; 23]. Из отмеченных на территории Сихотэ-Алинского заповедника 900 видов грибов [14; 3; 15] 27 видов – дискомицеты [17; 20; 19]. В своих последующих исследованиях нам удалось расширить список известных для заповедника дискомицетов до 245 видов, описать новый для науки вид [9].

Уссурийские кедрово-широколиственные леса юго-восточных склонов Сихотэ-А-

линия сохраняет Лазовский государственный заповедник им. Л. Г. Капанова. Микологические исследования на территории заповедника начались также в конце 60-х годов прошлого века и до недавнего времени шли сравнительно интенсивно. Здесь тоже работали специалисты-микологи первой комплексной экспедиции 1961 г. из Эстонской академии наук. Из группы дискомицетов было известно о нахождении 15 видов на территории заповедника [20; 17; 18]. Их исследования получили свое продолжение два десятилетия спустя. В 1994 г. нами были начаты систематические исследования сумчатых грибов на его территории. Удалось установить, что видовой состав дискомицетов Лазовского заповедника близок к таковому из “Кедровой пади” [6]. Все эти исследования позволили издать в 2002 г. очередную монографию о флоре, микобиоте и растительности Лазовского заповедника, включающую сведения о 1188 видов грибов [21]. Уже после выхода последней сводки 114 видов были опубликованы дополнительно. В результате в микобиоте Лазовского заповедника в настоящее время насчитывается 1552 вида грибов, из которых 149 видов – дискомицеты [2; 4; 5; 7; 8].

Исследования грибной составляющей, в частности дискомицетов, растительных сообществ восточного макросклона северо-восточной части хребта Сихотэ-Алинь были начаты нами только в 2009 г. Здесь располагается Государственный природный заповедник «Ботчинский». Смешение разных типов флоры формирует в заповеднике особое биологическое разнообразие. Нами была выявлена структура микобиоты заповедника, включающая 89 видов дискомицетов [10]. Отмеченные виды являются характерными представителями хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока. На его территории нам также удалось найти ряд редких и новых для дальневосточного региона видов. Например, в хвойно-мелколиственном лесу на валежной древесине хвойного дерева обнаружен новый для Дальнего Востока и России вид *Mollisia crumenuloides*, в пойменном осоково-разнотравном лиственничнике на стеблях мятлика – *M. roaeoides*, на разнотравном лугу на стеблях и листьях злаковых – *Belonium incurvatum*, в березняке с ольхой на валежной древесине *Alnus* sp. – *Crocicreas complicatum*, в речных завалах на древесине хвойного – *Neobulgaria premnophila*, в пойменном ольховнике на древесине ольхи – *Phaeohelotium nobile*.

Низкогорные южные отроги Сихотэ-Алиня входят в охрannую территорию Уссурийского государственного заповедника им. акад. В. Л. Комарова и созданного сравнительно недавно Национального парка “Удэгейская легенда”. Здесь безраздельное господство принадлежит маньчжурскому флористическому комплексу. Элементы охотского комплекса переходят на второстепенные позиции. Микологические исследования на территории заповедника имеют давнюю историю. Первые сведения о составе микобиоты дискомицетов встречаются в работах Л. Н. Васильевой [12; 13]. Ею были приведены 5 оперкулятных видов. К концу 80-х годов биота заповедника насчитывала 43 вида из порядка *Pezizales* и 42 – *Leotiales* [11; 17; 20]. Продолженные в 90-х годах исследова-

ния дискомицетов на территории заповедника позволили дополнить сведения о составе биоты дискомицетов 58 видами, из которых 27 – из порядка Pezizales и 31 – из порядка Leotiales. К настоящему времени известно, что в ее состав входят 123 вида дискомицетов [3]. Для Уссурийского заповедника характерно высокое содержание редко встречающихся дискомицетов. Только в этом заповеднике края обнаружены *Midotis*, *Neodasyscypha*, *Psilachnum*, *Setoscypha* и *Heterosphaeria*. По отношению к общему числу отмеченных для заповедников Приморского края дискомицетов виды, обнаруженные только в этом заповеднике, занимают 13 %.

Исследование микобиоты Национального парка “Удэгейская легенда” были начаты только в 2011 году. Территория парка так же, как и соседние природоохранные территории Сихотэ-Алиня, характеризуется высоким видовым разнообразием древесных пород. Это обусловило доминирование дереворазрушающих видов в экологической структуре микобиоты дискомицетов. В целом, выявленная экологическая структура повторяет таковую в малонарушенных растительных сообществах дальневосточного региона. На его территории отмечено 85 видов дискомицетов. В основном это представители пойменных растительных сообществ. На территории парка сохранились небольшие участки девственных кедрово-широколиственных лесов. Нам удалось найти ряд редких и новых для региона видов грибов. Так, впервые для Дальнего Востока отмечены следующие виды: на прошлогодних стеблях *Rosa acicularis* – *Pezicula rubi*, на ветвях *Padus maackii* – *Hymenoscyphus laetus*, с внутренней стороны коры *Salix* sp. – *Crocicreas alpinum*, на ветвях *Alnus* sp. – *Crocicreas melanosporum*, на почве в пойменном ивняке с ольхой – *Wynnea macrospora*.

В среднем поясе южного Сихотэ-Алиня располагается Верхнеуссурийский стационар Биолого-почвенного института ДВО РАН. Его территория — эталонный участок с сохранившимися кедрово-широколиственными и пихтово-еловыми климаксовыми лесами. За тридцать лет существования стационара специалистами из разных областей науки собран и проанализирован обширный материал по особенностям состава, строения, функционирования и развития лесных биогеоценозов [1]. Относительно разнообразия его микобиоты было известно, что она включает 41 вид дискомицетов [17; 20]. Хотя видовой состав дискомицетов стационара далеко не полон, он явно указывает на свою принадлежность к распространенным в Приморье хвойно-широколиственным лесам. Это предопределяет участие в растительных ценозах таких грибов, как *Cudonia lutea*, *C. circinans*, *Leotia lubrica*, *Neolecta vitellina*, *Sarcoscypha coccinea*, *Galiella amurensis*, *Helvella macropus*, *H. crispa*, *H. elastica*, *Pseudorhizina sphaerospora*, *Gyromitra ambigua*, *G. gigas*.

В микобиоте стационара много видов дискомицетов, общих с европейским, азиатским, северо- и южно-американским, австралийским и другими региональными микобиотами. Вместе с тем, охраняемый статус территории способствовал распространению здесь нескольких эндемичных дальневосточных видов. На сухих стеблях двудольных

травянистых растений в июле-августе довольно часто во влажные и теплые года можно встретить красивейшие грибы – *Albotricha kamtschatica* и *Lachnum macroparaphysatum*, похожие на маленькие тропические цветы. На сухих стеблях *Eleutherococcum senticosus* здесь встречается довольно редкий гриб – *Lachnum eleutherococci*, отмеченный пока только на Дальнем Востоке России.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены данные о видовом разнообразии дискомицетов уникальных лесов Сихотэ-Алиня. Из упомянутых выше работ следует: микобиота природоохранных территорий Сихотэ-Алиня включает 439 видов дискомицетов, что указывает на традиционно широкий и разнообразный видовой состав грибов кедрово-широколиственных лесов дальневосточного региона. Вместе с тем, явственно выступают недостаточность предпринятых изысканий и актуальность проведения целенаправленных исследований дискомицетов с целью составления полной картины видовой разнообразия и функционального участия этих грибов в растительных ценозах такой уникальной природной системы, как Сихотэ-Алинь.

Summary

The paper presents the history of the study of the species diversity Discomycetes from the Russian Far East. Sikhote-Alin is a constant area of research. The main natural complex of the Sikhote-Alin - forests, which are a variety of tree species, the richness and originality of the flora is much superior to all others in Russia. In mycobiota many kinds Discomycetes common with the European, Asian, North and South American, Australian and other regional mycobiota and, at the same time, a sufficient number of species found only here. Today we know that mycobiota Discomycetes of the Sikhote-Alin mountain range includes 439 species.

Литература

1. Азбукина З. М., Бардунов Л. В., Барина С. С., Безделева Т. А., Булах Е. М., Бункина И. А., Буч Т. Г., Гамбарян С. К., Егорова Л. Н., Княжева Л. А., Кухаренко Л. А., Медведева Л. А., Оксенюк Г. И., Пармасто Э. Х., Хавкина О. К., Харкевич С. С., Черданцева В. Я. Флора Верхнеуссурийского стационара (Южный Сихотэ-Алинь). – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. – 132 с.
2. Азбукина З. М., Бардунов Л. В., Богачева А.В., Борисов Б. А., Булах Е. М., Васильева Лар. Н., Гамбарян С. К., Глупов В. В., Говорова О. К., Гончаров А. А., Догадина Т. В., Дудка И. А., Егорова Л. Н., Коваленко А. Е., Кухаренко Л. А., Лаптев С. А., Лиховидов В. Е., Мельник В. А., Нездоймино Э. Л., Оксенюк Г. И., Пыстина К. А., Таран А. А., Хохряков С. А., Чабаненко С. И., Черданцева В. Я. Флора, микобиота и растительность Лазовского заповедника. – Владивосток: Русский остров, 2002. – 216 с.
3. Азбукина З. М., Богачева А. В., Булах Е. М., Васильева Л. Н., Говорова О. К., Егорова Л. Н. Грибы // Флора, растительность и микобиота заповедника «Уссурийский». – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 135-235.

4. Богачева А. В. Состояние изученности дискомицетов Лазовского государственного заповедника им. Л. Г. Капланова // IV Дальневосточная конференция по заповедному делу. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – С. 29.
5. Богачева А. В. Дереворазрушающие дискомицеты основных лесобразующих пород Приморского края // Леса и лесообразовательный процесс на Дальнем Востоке. – Владивосток: БПИ ДВО РАН, 1999. – С.171 - 174.
6. Богачева А. В. Класс *Discomycetes* // Кадастр растений и грибов заповедника «Кедровая Падь»: Списки видов. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – С.77-80.
7. Богачева А. В. Дискомицеты Лазовского государственного заповедника (Дальний Восток России) // Микол. и фитопатол., 2003. – Т. 37, вып. 6. – С. 12-22.
8. Богачева А. В. Дискомицеты веточного опада в лесах Лазовского заповедника // Состояние особо охраняемых природных территорий. – Владивосток: Русский Остров, 2005. – С. 38-41.
9. Богачева А. В. Грибы дискомицеты // Растительный и животный мир Сихотэ-Алинского заповедника. – Владивосток: ОАО «Приморполиграфкомбинат», 2006. – С. 68-70.
10. Богачева А. В., Булах Е. М., Бухарова Н. В., Егорова Л. Н. Грибы // Сосудистые растения, водоросли и грибы государственного природного заповедника «Ботчинский» / Кол. авторов. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – С. 90-116.
11. Бункина И. А., Назарова М. М. Грибы // Флора и растительность Уссурийского заповедника. – М.: Наука, 1978. – С. 36-104.
12. Васильева Л. Н. Макромицеты лесов Приморского края // Комаровские чтения. – АН СССР СО ДВФ, 1960. – Вып. 8. – С. 41-55.
13. Васильева Л. Н. К флоре дискомицетов Приморского края // Сообщ. ДВФ СО АН СССР. – Владивосток, 1960. – Вып. 12. – С. 155-160.
14. Васильева Л. Н., Азбукина З. М., Бункина И. А., Нелен Е. С. Грибы Сихотэ-Алинского заповедника и прилегающей части Тернейского района // Тр. Сихотэ-Алинского зап., 1963. – Вып. 3. – С. 71-119.
15. Егорова Л. Н. Сапротрофные грибы-микромицеты // Растительный и животный мир Сихотэ-Алинского заповедника. – Владивосток: Примполиграфкомбинат, 2006. – С. 73-76.
16. Егорова Л. Н. Исследование криптогамной биоты Дальнего Востока России в лаборатории Низших растений БПИ ДВО РАН // История науки и техники, 2012. – № 1 – С. 24-29.
17. Куллман Б. Б. Критический обзор рода *Scutellinia* (Pezizales) в Советском Союзе. – Таллин: Валгус, 1982. – 158 с.
18. Прохоров В. П. Копротрофные дискомицеты СССР // Новости систематики низших растений. – Т. 29. – С.-Пб: Наука, 1993. – С. 51-58.
19. Прохоров В. П. Семейства *Ascobolaceae* (копротрофные виды), *Iodophanaceae* (копротрофные виды), *Ascodesmidaceae*, *Pezizaceae* (копротрофный вид), *Pyronemataceae*

(копротрофные виды), Thelebolaceae (копротрофные виды). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. – 255 с.

20. Райтвийр А. Г. Порядок Helotiales Nannf. // Низшие растения, грибы и мохообразные Советского Дальнего Востока. – СПб., 1991. – Т. 2. – С. 254 – 363.

21. Флора, микобиота и растительность Лазовского заповедника. / Кол. авторов. – Владивосток: Русский Остров, 2002. – 216 с.

22. Dennis R.W.G. Some Xylariaceae from the Soviet Far East // Живая природа Дальнего Востока. – Таллин: «Валгус», 1971. – С. 42-51.

23. Raitviir A. G. The Tremellaceous Fungi of the Far East // Живая природа Дальнего Востока. – Таллин: «Валгус», 1971. – С. 84-154.

УДК 528.282.13:632.4(571.6)

ДИСКОМИЦЕТЫ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ

Богачева А. В.

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, Россия, bogacheva@ibss.dvo.ru

Явление паразитизма как одного из вариантов взаимодействия грибов и растений присуще огромному числу видов грибов из различных систематических групп. Долгое время считалось, что подобные виды дискомицетов – это факультативные паразиты, относящиеся к неагрессивным патогенам, поражающие только ослабленные растения и ведущие после их отмирания сапротрофный образ жизни. Вследствие этого почти не было известно работ о паразитарной деятельности дискомицетов, о взаимодействии их с растениями. Однако последующие немногочисленные исследования циклов развития дискомицетов и выявление более полного их видового разнообразия заставляют более серьезно воспринимать их способность вызывать различные заболевания. В ряде случаев вспышки развития патогенных дискомицетов признаются фитопатологами как эпифитотии.

Известно несколько работ канадских исследователей К. N. Egger и J. W. Paden, посвященных патогенному воздействию *Caloscypha fulgens*, *Rhizina undulata* и *Pyropyxis rubra* на подрост сосны, выявлению химизма воздействия этих грибов. Согласно литературным данным, напочвенные грибы *Anthracobia macrocystis*, *A. maurilabra*, *Ascobolus carbonarius*, *A. epimyces*, *Caloscypha fulgens*, *Peziza echinospora*, *P. petersii*, *P. praetervisa*, *P. verrucosa*, *P. violacea*, *Pulvinula cinnabarina*, *Pyronema omphalodes*, *Rhizina undulata*, *Sphaerosporella brunnea*, *Trichophaea abundans*, *T. hemisphaerioides*, создавая биотрофные

ассоциации с всходами сосны, могут вызывать задержку роста или гибель ее семян и проростков [2]. Паразитные дискомицеты, поселяясь на живых растениях, ограничивают до некоторой степени их рост, при понижении сопротивляемости способствуют гибели ослабленного организма и, в конечном итоге, утилизируют его отмершие останки.

Южная часть Дальнего Востока – это отроги нескольких горных систем, покрытые, большей частью, лесами. Нами установлено, что наиболее заселены грибами леса нижнего высотного пояса. В значительной степени поражаются деревья, произрастающие на переувлажненных, слабо дренированных участках речных долин, а также ослабленные пожаром. Высокогорные ельники, каменноберезники, заросли кедрового стланика заселены незначительно. Здесь доминируют виды из семейств *Hyaloscyphaceae*, *Dermateaceae*, *Phacidiaceae*, *Rhytimataceae* и *Helotiaceae*, есть и представители опрекулятных дискомицетов из семейств *Discinaceae*, *Pezizaceae*, *Pyronemataceae* и *Helvellaceae*.

Нарушение почвенно-гидрологических условий в связи с прокладкой дорог и другой хозяйственной деятельностью вызвало в некоторых местах региона полное усыхание дубняков. Беглые низовые пожары и порослевое происхождение приморских дубняков способствует развитию стволовых и напенных гнилей. Так, вид *Bulgaria inquinans*, вызывающий серую стволовую гниль (или задыхание древесины), широко распространен в Приморском крае. В спелых и перестойных пойменных лиственных лесах зараженность грибами еще выше.

Опасные фитопатогены имеются в семействе *Hyaloscyphaceae*. Во многих случаях этот образ жизни связан с увеличением значения анаморфы в цикле развития. Некоторые виды *Lachnellula*, паразитируя на хвойных, вызывают различные заболевания. *Lachnellula willkommii* вызывает у лиственниц рак ствола. Снежно-белые с ярко-оранжевым гимением апотеции другого вида *L. resinaria* развиваются в местах поражения целостности дерева и выделения смолы. Степень патогенности этого гриба не выяснена, возможно, он вызывает некроз коры на стволах сосен, елей, пихт и лиственниц. Похожий на предыдущий, но коричневый снаружи гриб *L. pinii*, является опасным патогеном сосен. Он вызывает некроз ветвей и стволов молодых деревьев.

Более известными и изученными фитопатогенами являются виды грибов из семейства *Dermateaceae*. Весной на хвое однолетних побегов пихт замечено появление красных пятен. Это первый симптом заражения растения грибом *Durandiella sibirica*, вызывающим некроз коры побегов. В Европе на пихтах отмечен другой вид этого гриба – *D. gallica*, вызывающий то же заболевание [6]. На Дальнем Востоке распространен вид *D. seriata*. В литературе мы не нашли сведений о его патогенности. Иноперкулятный гриб *Phaeangium kazachstanicum*, развиваясь на ветвях живых сосен, способен вызвать некроз коры и ветвей [1]. На Дальнем Востоке его скученные черные кожистые апотеции, прорывающие кору ветвей, пока не обнаружены. На коре живых или уже отмерших ветвей хвойных древесных растений здесь обнаружены виды рода *Dermia*. На соснах были со-

браны апотеции гриба *D. pinicola*, на елях – *D. piceina*. В некоторых литературных источниках эти грибы приводятся как условно патогенные [7].

Из семейства Helotiaceae самым популярным в исследованиях фитопатологов является гриб *Gremmeniella abietina*. Повышенный интерес к нему вызван наблюдаемыми во многих странах мира случаями массового усыхания хвойных древесных растений, пораженных этим патогеном. Известны три расы *G. abietina* – североамериканская, европейская и азиатская. Наиболее агрессивной из них считается европейская. Исследования этого заболевания показали, что на участках, где в почвах повышенное содержание калия, болезнь “побеговый рак хвойных” обнаруживает максимум своего проявления. Дальневосточные условия не поддерживают его распространения по этому региону. На соснах здесь обитает другой широко распространенный леотийальный вид *Cenangium ferruginosum*, вызывающий некроз коры взрослых сосен. Его темно-бурые кожистые апотеции можно встретить в августе на отмирающих ветвях.

Возникшая в Европе с начала века эпифитотия некроза ветвей ясеня поставила под угрозу существование деревообрабатывающей промышленности многих стран. Эта важная фитопатологическая проблема побудила нас начать детальные исследования распространения и развития гриба *Hymenoscyphus fraxineus* на Дальнем Востоке. В регионе, в Китае и на своей родине в Японии гриб абсолютно безвреден [9; 10]. По нашим данным, он единично встречается практически на всем дальневосточном ареале ясеня. Гриб *Hymenoscyphus fraxineus* – типичный сапротрофный вид, развивается на прошлогодних опавших черешках листьев ясеня в подстилке. Зрелые аскоспоры в конце августа–сентябре распространяются ветром. Успешное развитие гриба сопряжено с обильными летними осадками, высокой влажностью почвы и низкой температурой воздуха. Сравнительно недавно была описана анаморфная стадия гриба – *Chalara fraxinea* [3]. Признаки его развития на отдельных растениях были зафиксированы нами на всей исследуемой территории. Первоначально появляются некротические пятна на листьях и отдельных небольших ветвях растения. Постепенно увеличиваясь в размерах, принимая вид вытянутого овала, вызывают преждевременную потерю листвы и отмирание небольших ветвей в вершинной части. За один вегетационный период у молодых деревьев (5-10 лет) наблюдается только угнетенное состояние. У старовозрастных деревьев видимые симптомы наблюдаются после нескольких сезонов инфекции. Надо заметить, что летального исхода нами не было отмечено ни у молодых, ни у старых особей.

В описании этой болезни много неясных и противоречивых моментов. Исследования хотя и идут бурно, но все еще находятся на начальной стадии. Первоначально анаморфную стадию гриба связывали с *Hymenosyphus albidus* [4; 5]. Однако стадии гриба не совпадали по молекулярно-генетическим показателям. Дальнейшие исследования определили телеморфную стадию как *Hymenoscyphus pseudoalbidus* [8]. Однако и здесь был ряд несовпадений. Прежде всего, морфологическое описание анаморфы гриба

Numenoscyphus pseudoalbidus не совпадало с описанием анаморфы возбудителя. Последующие исследования позволили определить вид как *Numenoscyphus fraxineus*.

Ежегодно этому возбудителю посвящается не один десяток работ. Недавно ученые Центра исследования инфекций им. Гельмгольца (HZI) и Технического университета (ТУ) Брауншвейга получили из культуры гриба новый антибиотик. В ходе исследования они совершили удивительное открытие: из культур гриба можно получить новый антибиотик. Оказалось, что этот антибиотик сильно действует на определенный вид бактерий, особенно на некоторые штаммы опасного возбудителя гнойных заболеваний стафилококка золотистого (*Staphylococcus aureus*). Штаммы стафилококка устойчивы к пенициллину и к другим стандартным антибиотикам. Новый антибиотик получил название Numenosein. Numenosein оказывает действие на клеточные культуры млекопитающих и некоторые другие микроорганизмы и поэтому еще не готов к использованию в фармацевтических целях. Еще предстоит сделать данное вещество менее ядовитым и более эффективным, а также разработать биотехнологический процесс производства. Еще одной исследовательской задачей является установление других областей, в которых возможно применить новое активное вещество. В ходе исследования было доказано, что Numenosein не причиняет ущерба прорастающим семенам ясеня и листьям растения-хозяина. Ядовитыми свойствами обладают другие вещества гриба. Предполагается, что новый антибиотик непосредственно не участвует в процессе паразитирования и отравления живых организмов, а несет функцию защиты от других грибов и микроорганизмов, которые живут в тканях ясеня.

Резюмируя вышесказанное, еще раз хочется подчеркнуть, что недостаточная изученность представителей грибного царства, в частности, дискомицетов таит в себе много неприятных сюрпризов.

Summary

The article presents the literature data on the possible pathogenicity of some species Discomycetes. For a long time it was believed that these Discomycetes is facultative parasites belonging to the non-aggressive pathogens affecting only weakened the plants and leading after withering away saprotrophic lifestyle. As a result, almost no known works of parasitic activity Discomycetes about their interaction with plants. However, subsequent studies of a few cycles Discomycetes and identify better their species diversity, make more seriously by their ability to induce various diseases. In some cases, the outbreak of pathogenic Discomycetes recognized as a plant pathologist epiphytotics.

Литература

1. Шварцман С. Р., Кажиева Н. Т. Дискомицеты-Discomycetes // Флора споровых растений Казахстана. Т. 9. – Алма-Ата, 1976. – 328 с.

2. Egger K. N., Paden J. W. Biotrophic associations between lodgepole pine seedlings and postfire Ascomycetes (Pezizales) in monoxenic culture // Can. J. Bot., 1986. – Vol. 64 (11). – P. 2719-2725.
3. Kowalski T. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland // Forest Pathology, 2006. – Vol. 36(4). – P. 264-270.
4. Kowalski T., Holdenrieder O. Eine neue Pilzkrankheit an Esche in Europa. (A new fungal disease of ash in Europe) // Schweiz. Z. Forstw., 2008. – Vol. 159 (3). – P. 45-50.
5. Kowalski T., Holdenrieder O. Pathogenicity of *Chalara fraxinea* // Forest Pathology, 2009. – Vol. 39. – P. 1-7.
6. Krieglsteiner G. J. *Durandiella gallica* Morelet 1871 (Helotiales, Dermateaceae) – ein fuGroves J. W. North american species of *Dermea* // Mycologia, 1946. – Vol. 38 (4). – P. 351-431.
7. Queloz V., Grünig C.R., Berndt R., Kowalski T., Sieber T.N., Holdenrieder O. Cryptic speciation in *Hymenoscyphus albidus* // Forest Pathology, 2011. – Vol. 41. – P. 133-142.
8. Zhao Y-J., Hosoya T., Baral H.-O., Hosaka K., Kakishima M. *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the correct name for *Lambertella albida* reported from Japan // Mycotaxon, 2012. – Vol. 122, October-December. – P. 25-41.
10. Zheng H-D., Zhuang W-Y. *Hymenoscyphus albidoides* sp. nov. and *H. pseudoalbidus* from China // Mycological Progress, 2013. – P. 1-14.

УДК 582.284

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОЛЛЕКЦИИ ШТАММОВ ГРИБОВ ИНСТИТУТА ЛЕСА НАН БЕЛАРУСИ

Бордок И. В., Охлопкова Н. П., Лубянова В. М., Назарова О. М.
Институт леса НАН Беларуси, Гомель, Беларусь, natokhlopkova@mail.ru

Базиальные грибы играют чрезвычайно важную роль в природных экосистемах как редуценты лигноцеллюлозных растительных остатков, гумусовые и подстилочные сапротрофы, микоризообразователи. Кроме того, они имеют, с одной стороны, большое экономическое значение как объекты грибоводства, с другой – являются продуцентами ряда биологически активных веществ белков, липидов, полисахаридов, органических кислот, ферментов и витаминов. В последние годы в Беларуси чистые культуры базидиомицетов нашли широкое применение в биотехнологии производства плодовых тел, посевного мицелия, фармакологических препаратов, а также в различных областях фундаментальных микологических исследований. Организации и фирмы, в которых имеется

коллекция чистых культур, становятся источником новых видов и штаммов, востребованных грибоводами или биотехнологическими предприятиями по производству пищевых добавок.

Одним из таких депозитариев является коллекция штаммов грибов Института леса НАН Беларуси, которая формировалась на протяжении более 40 лет при выполнении фундаментальных и прикладных научных исследований в области изучения биологии, экологии и биотехнологий выращивания ксилотрофных базидиальных грибов в рамках государственных программ различного уровня. В тесном творческом сотрудничестве с микологами России, Украины Молдавии, Венгрии, Германии, США, Китая, Японии ученые института пополняли как видовой, так и штаммовый ассортимент коллекции.

Научный объект является самым представительным в Беларуси по количеству чистых культур макромицетов, осуществляет накопление, длительное хранение и всестороннее изучение коллекционных образцов; служит депозитарием штаммов съедобных и лекарственных грибов, представляющих интерес для научных исследований и практического использования. Учитывая уникальность коллекции штаммов грибов Института леса НАН Беларуси, Совет Министров Республики Беларусь постановлением от 14.12.2012 № 1152 присвоил научному объекту статус национального достояния.

В настоящее время в коллекционном фонде сохраняется жизнеспособность 335 штаммов 69 видов базидиальных грибов. Основу депозитария составляют чистые культуры базидиомицетов, перспективных для промышленного культивирования: грибы рода вешенка (*Pleurotus* sp.) – 116 штаммов; лентинус съедобный, сиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegl.) – 37 штаммов; грибы рода *Flammulina* – 18 штаммов; шампиньон двуспоровый (*Agaricus bisporus* (J. Lange) Imbach) – 14 штаммов; строфария морщинисто-кольцевая (*Stropharia rugosoannulata* Farl. ex Murr.) – 11 штаммов; опенок летний (*Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Sing. et A.H. Sm.) – 7 штаммов; буковый гриб шимеджи (*Hypsizygus marmoreus* (Peck) Bigelow) – 2 штамма. Особое место в коллекции занимают генетические изоляты грибов, которые содержат комплекс физиологически активных соединений и могут являться перспективными в сфере биотехнологий получения лечебно-профилактических препаратов, биокорректоров и антиоксидантных комплексов: лентинус съедобный или сиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegl.), трутовик лакированный или рейши (*Ganoderma lucidum* (Curt.) P. Karst.), аурикулярия иудино ухо (*Auricularia auricular-judae* (Bull.) J. Schröt.), опенок зимний (*Flammulina velutipes* (Curt.) Sing.), кариолус многоцветный (*Coriolus versicolor* (L.) Quel.), гериций гребенчатый (*Hericium erinaceus* (Bull.) Pers.), трутовик серно-желтый (*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murr.), веселка обыкновенная (*Phallus impudicus* L.), чага (*Inonotus obliquus* (Achar/ ex Pers.) Pilát.), щелелистник обыкновенный (*Schizophyllum commune* Fr.), кордицепс военный (*Cordyceps militaris* (L.) Fr.), грифола курчавая или гриб-баран (*Grifola frondosa* (Dicks.) S.F. Gray), чешуйчатка золотистая (*Pholiota aurivella* (Batsch.) Kumm.).

Коллекционный фонд обеспечивает сохранение генетического материала редких и исчезающих видов микофлоры Беларуси. Сегодня здесь поддерживается жизнеспособность 32-х штаммов грибов, занесенных в список редких видов дикорастущих грибов Красной книги Республики Беларусь в категории VU (виды уязвимые): трутовик лакированный, грифола курчавая и герициум гребенчатый.

Основные направления деятельности научного объекта заключаются в гарантированном поддержании чистоты, жизнеспособности и биологической активности генетических депонентов; в формировании коллекционного фонда высокопродуктивных штаммов, представляющих интерес для промышленного выращивания посевного мицелия и плодовых тел съедобных и лекарственных грибов; в пополнении коллекционного фонда новыми изолятами грибов из природной микобиоты; паспортизации депонентов и их генетической идентификации; формировании базы данных и его структуры.

Поддержание жизнеспособности и биологической активности штаммов проводится методом субкультивирования на сусло-агаровой среде посредством ежегодных пересевов в 4-кратной повторности. Генетические изоляты базидиомицетов хранятся в биологических пробирках в холодильных камерах при температуре +4...+5 °С.

Научная работа по паспортизации и формированию электронной базы данных коллекционного фонда проводится в соответствии со стандартными правилами, которые используются мировыми коллекциями микроорганизмов и современной номенклатурой с использованием международной сервисной службы MucovaBank. Верификация коллекционных образцов осуществляется на основе культуральных методов с использованием макро- и микроморфологических параметров роста и развития каждого штамма и данных его генетического типирования. В лаборатории генетики и биотехнологии института с использованием современной технологии ДНК-штрихкодирования (секвенирование диагностических регионов рибосомальной ДНК) подтверждена видовая принадлежность 196 штаммов грибов коллекционного фонда, разработаны оригинальные методики генетической паспортизации депонентов научного объекта, включая создание уникальных наборов молекулярно-генетических маркеров для каждого из видов, представленных в коллекции. Данные, полученные в результате проведенных микологических и генетических исследований, используются при составлении паспортов на коллекционные штаммы. Сформирована и регулярно обновляется база данных и структура коллекционного фонда.

Систематически осуществляется пополнение депозитария путем выделения из природных условий изолятов дикорастущих макромицетов, перспективных для разных направлений биотехнологии (пищевой промышленности, фармакологии и т. п.). За период 2014-2015 гг. на длительное хранение в коллекцию штаммов заложено более 35 природных изолятов: строчок обыкновенный, рогатик прекрасный, опенок летний, зонтик пестрый, шампиньон двуспоровый, моховик зеленый, гапалопилус красноватый, тру-

товик плоский, трутовик окаймленный, трутовик серно-желтый, трутовик чешуйчатый, трутовик березовый, ложнодождевик обыкновенный и другие виды.

Ресурсный потенциал депозитария штаммов базидиомицетов позволил разработать и адаптировать к местным условиям и древесно-растительным субстратам технологии экстенсивного и интенсивного выращивания ценных съедобных и лекарственных грибов (вешенки, шиитаке, опенка зимнего и летнего, трутовика лакированного, аурикулярии уховидной, щелелистника обыкновенного), позволяющие лесохозяйственным предприятиям Минлесхоза, фермерским хозяйствам и другим организациям разных форм собственности получать экологически чистую грибную продукцию путем использования отходов сельско- и лесохозяйственного производства. Многолетняя работа, проведенная в данном направлении, послужила фундаментом для формирования в стране принципиально нового направления экономики – промышленного грибоводства в системе агропромышленного комплекса и фермерских хозяйств. Разработана нормативно-техническая база, необходимая для организации производства грибной продукции, выращивания и реализации съедобных и лекарственных грибов, включающая: рекомендации, технологические регламенты, технические условия по выращиванию посевного мицелия и плодовых тел вешенки, шиитаке, опенка зимнего, трутовика лакированного, щелелистника обыкновенного и других видов.

Перспективные штаммы вешенки обыкновенной и шиитаке из депозитария являются основой для получения качественной маточной культуры и посевного мицелия, что служит залогом успешного выращивания продукции на основе грибов на предприятиях различных форм собственности. Биотехнологии получения экологически чистой грибной продукции были положены в основу организации единственного на постсоветском пространстве производства по выращиванию грибов и выпуску грибной продукции на ОАО «Комбинат «Восток» с проектной мощностью 80 тонн грибов в год. За 2010-2015 гг. на основе коллекционных штаммов вешенки и шиитаке предприятием наработано более 210 т посевного мицелия и свыше 390 т грибов (рисунок 1). Чистые культуры промышленных штаммов вешенки и шиитаке являются базой для получения качественной маточной культуры и посевного мицелия для ряда таких производителей грибной продукции в Республике Беларусь, как ОАО «Александрійское» с объемом производства плодовых тел вешенки 50 т в год (рисунок 2), ОДО «Лесная криница», ГЛХУ «Корневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси» и целого ряда лесохозяйственных учреждений Минлесхоза.

Коллекция активно используется в выставочной, информационно-просветительской и экскурсионной работе. Проводятся консультации населения по методам и технологиям выращивания грибов на приусадебных хозяйствах. Деятельность научного объекта систематически освещается в печатных и электронных средствах массовой информации.



Рисунок 1. Промышленное выращивание съедобного гриба шиитаке на ОАО «Комбинат «Восток» на основе коллекционных штаммов



Рисунок 2. Промышленное выращивание съедобных грибов вешенка на ОАО «Александрйское» на основе коллекционных штаммов

Разработки института в области технологий промышленного выращивания экологически чистой грибной продукции были представлены в 2015 году в рамках национальной экспозиции Республики Беларусь на Всемирной выставке «ЭКСПО-2015» в Милане (Италия) «Накормим планету. Энергия для жизни».

Таким образом, в коллекции штаммов грибов Института леса НАН Беларуси наиболее полно представлен генофонд базидиомицетов пищевого и медико-биологического назначения, который может обеспечивать заинтересованные организации, учреждения, частных лиц, зарубежных партнеров, проявивших интерес к этому вопросу, чистыми культурами грибов. Научный объект способен оказывать сервисные услуги по научному сопровождению производственных биотехнологических процессов культивирования съедобных и лекарственных грибов путем обеспечения их необходимыми микологическими ресурсами.

Summary

Data on the resource potential of the fungi strains collection of the Institute of Forest of the NAS of Belarus as the bases for development and introduction of biotechnologies for

creation of fruit bodies are provided. The gene pool of xylotrophic basidium fungi for food and medicobiological purposes which allows providing the entities of various patterns of ownership with high-quality sowing material on the basis of highly productive strains of fungi from the collection fund is most fully represented in the depositary.

УДК 582.24

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БИОТЫ МИКСОМИЦЕТОВ РОССИИ

Бортников Ф. М., Матвеев А. В., Гмошинский В. И.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия,
andrmatveev@gmail.com

Изучение биоты миксомицетов на территории России ведется уже более двух веков, начиная с работ Г. Соболевского 1799 и 1802 годов [1, 2]. В настоящее время произошла значительная интенсификация исследований, более 80 % работ, содержащих региональные списки видов, выполнены в последние 15 лет.

В результате анализа литературных данных, включающих 117 источников, обнаружены упоминания о находках в России 403 видов миксомицетов из 52 родов и 6 порядков, что составляет около 41,2 % от общего числа видов (979), известных науке на данный момент [3].

Таксономическая структура биоты миксомицетов России приведена в табл. 1. В скобках указано число видов, найденных в стране.

В биоте России представлены все порядки миксогастеромицетов. Доминирующим является порядок Physarales (40 % от общего числа видов), доли видов представителей порядков Stemonitales и Trichiales достаточно близки: 23 % и 18 % соответственно, чуть меньшее число видов принадлежит к порядку Liceales (15 %). Наименьшая видовая насыщенность отмечена для представителей порядков Echinosteliales (3 %) и Ceratiomyxales (менее 1 %). Еще для одного вида (*Trichioides iridescens* Novozh., Hoof et Jagers) систематическое положение не определено [4].

На территории России наибольшей видовой насыщенностью обладают следующие семейства: Physaraceae – 97 видов (24,1 % от общего числа видов), Stemonitidaceae – 93 вида (23,1 %), Didymiaceae – 63 вида (15,7 %), Trichiaceae – 50 видов (12,4 %). Остальные семейства представлены меньшим числом видов. Так, в биоте России присутствует 26 видов из семейства Cribariaceae (6,5 %), 20 видов из семейства Arcyriaceae (5 %), 19 видов из семейства Liceaceae (4,7 %); 17 (4,2 %) и 10 (2,5 %) видами представлены семейства Reticulariaceae и Echinosteliaceae соответственно. Наименьшим числом видов

(4 – 1 %, 2 – 0,5 %, 1 – 0,2 %) представлены семейства Dianemataceae, Clastodermataceae и Ceratiomухасеае соответственно.

Лидирующим по числу видов является род Physarum, который на территории России насчитывает 64 вида. Остальные роды обладают меньшей видовой насыщенностью.

Таблица. Распределение видов миксомицетов России по порядкам, семействам и родам

Ceratiomухасеаl (1)	Ceratiomухасеае (1)	Ceratiomухасеа (1)
Echinosteliales (12)	Echinosteliaceae (10)	Echinostelium (10)
	Clastodermataceae (2)	Clastoderma (1) Barbeyella (1)
Liceales (62)	Cribrariaceae (26)	Cribraria (25) Lindbladia (1)
	Reticulariaceae (17)	Dictydiaethalium (1) Tubifera (5) Reticularia (6) Lycogala (5)
	Liceaceae (19)	Licea (18) Kelleromyxa (1)
Trichales (74)	Arcyriaceae (20)	Arcyria (20)
	Dianemataceae (4)	Calomyxa (1) Dianema (3)
	Trichiaceae (50)	Arcyodes (1) Hemitrichia (11) Metatrichia (3) Oligonema (3) Perichaena (11) Prototrichia (1) Trichia (20)
Physarales (160)	Didymiaceae (63)	Diachea (3) Diderma (25) Didymium (28) Lepidoderma (6) Mucilago (1)
	Physaraceae (97)	Badhamia (16) Badhamiopsis (1) Craterium (5) Fuligo (8) Leocarpus (1) Physarum (64) Protophysarum (1) Willkommlangea (1)

Stemonitales (93)	Stemonitidaceae (93)	Amaurochaete (2) Brefeldia (1) Collaria (3) Colloderma (2) Comatricha (11) Diacheopsis (4) Enerthenema (1) Lamproderma (23) Leptoderma (1) Macbrideola (4) Meriderma (7) Paradiacheopsis (7) Stemonaria (4) Stemonitis (9) Stemonitopsis (8) Symphytocarpus (6)
Incertae sedis		Trichioides (1)

Так, *Didymium* представлен 28 видами; *Cribraria* и *Diderma* – 25 видами, *Lamproderma* – 23 видами. Другими лидирующими по видовой насыщенности родами являются: *Arcyria* и *Trichia* – 20 видов, *Licea* – 18 видов, *Badhamia* – 16 видов, *Hemitrichia*, *Perichaena* и *Comatricha* – 11 видов, *Echinostelium* – 10 видов. Остальные роды обладают меньшим видовым обилием.

Видовое разнообразие миксомицетов в разных регионах России изучено неравномерно. В наибольшей степени изучены те районы, где исследования проводились уже с XIX века (Ленинградская, Московская области) или те, на территории которых выполнялся сбор материала для написания 1 докторской и 7 кандидатских диссертаций (Нижнее Поволжье, Европейская часть России, Урал, Западная Сибирь) [5–12].

В тех регионах, где производились регулярные и многолетние исследования (Московская, Ленинградская, Свердловская, Волгоградская, Тверская области, Красноярский край, Карелия, Алтай), число обнаруженных видов миксомицетов зачастую превышает 140, а в некоторых случаях и 200 видов. В то же время, целый ряд регионов (Дагестан, Ингушетия, Тыва, Удмуртия, Хакасия, Кемеровская обл., Кировская обл., Омская обл., Тульская обл., Еврейская автономная обл.) остаются совершенно неисследованными. Для них в доступных нам литературных источниках данные о видовом разнообразии миксомицетов либо отсутствуют в принципе, либо относятся к работам начала XX века.

Также немаловажным фактором, оказывающим влияние на степень изученности миксомицетов России, является совместное применение метода влажных камер и полевых сборов. Однако, поскольку метод влажных камер требует значительных временных затрат, он обычно не применяется при эпизодических сборах, что приводит к невозможности выявления видов с эфемерными спороношениями, в т. ч. родов *Echinostelium*, *Macbrideola*, *Paradiacheopsis* и др. Поэтому необходимо помнить, что для наиболее полного выявления видового разнообразия миксомицетов на той или иной территории не-

обходимо сочетание многолетних полевых сборов в разные сезоны с использованием метода влажных камер [13].

Таким образом, в настоящий момент можно сделать вывод о том, что территория России исследована крайне неравномерно, что определяет необходимость продолжения работы по выявлению полного видового разнообразия миксомицетов. По результатам исследования создана и поддерживается база данных (БД), доступная в сети Интернет. В дальнейшем планируется районирование имеющихся записей БД не по административно-территориальным единицам, а по естественным регионам — геоботаническим провинциям, в связи с чем ведется работа по детализации геопространственных данных.

Summary

An analysis of the literature data, including the 117 sources found mention of the findings of the 403 species of myxomycetes from 52 genera and 6 orders, representing approximately 41.2% of the total number (979) known species in the world at the moment. However territory of Russia studied is extremely uneven, which determines the need to continue work on the biodiversity of myxomycetes.

Литература

1. Sobolewski G. (1799). *Flora Petropolitana* // Petropoli. 353 p.
2. Соболевский Г. Ф. (1802). Санктпетербургская флора // СПб. 424 с.
3. Lado C. (2005—2016). An on line nomenclatural information system of Eumycetozoa // Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain. <http://www.nomen.eumycetozoa.com>. (дата обращения 12.03.2016)
4. Novozhilov Yu. K., Hooff H., Jagers M. (2015). *Trichioides iridescens*, a new genus and new species (incertae sedis in Myxomycetes) // *Mycol Progress*. Vol. 14. No. 1.
5. Власенко А. В. (2010). Миксомицеты сосновых лесов правобережной части Верхнего Приобья // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Ботанический институт им. В. Л. Комарова. СПб. 160 с.
6. Гмошинский В. И. (2013). Миксомицеты Москвы и Московской области // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Биологический факультет. М. 690 с.
7. Ерастова Д. А. (2015). Нивальные миксомицеты (Myxomycetes) Северо-Запада России и северо-западного Кавказа // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Ботанический институт им. В. Л. Комарова. СПб. 158 с.
8. Землянская И. В. (2003). Миксомицеты степей и пустынь Нижнего Поволжья // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Ботанический институт им. В. Л. Комарова; Волгоградский государственный медицинский университет. СПб. 213 с.
9. Кошелева А. П. (2007). Миксомицеты заповедника «Столбы» (Восточный Саян): таксономический состав и экология // Диссертация на соискание ученой степени кандидата

биологических наук. Ботанический институт им. В. Л. Комарова. СПб. 160 с.

10. Лебедев А. Н. (2008). Миксомицеты Тверской области // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина. М. 178 с.

11. Новожилов Ю. К. (2005). Миксомицеты (класс Мухомycetes) России: таксономический состав, экология и география. // Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Ботанический институт им. В. Л. Комарова. СПб. 377 с.

12. Фефелов К. А. (2005). Миксомицеты (кл. Мухомycetes) Урала: таксономический состав, экология, география // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Институт экологии растений и животных. СПб. 219 с.

13. Матвеев А. В., Гмошинский В. И., Прохоров В. П. (2014). Использование метода влажных камер для выявления видового разнообразия миксомицетов // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т. 119. Вып. 5. С. 36—45.

УДК 582.282

ВИДОВЫЕ РЯДЫ КСИЛОСАПРОТРОФНЫХ АСКОМИКОТ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШАХ БУКОВОГО СУБСТРАТА УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Бублык Я. Ю.

Государственный природоведческий музей НАН Украины, Львов, Украина,
bublykyaroslav1302fungi@gmail.com

Во время разложения древесины группы грибов вытесняют друг друга, занимая постоянно образующиеся новые экологические ниши. Такие смены происходят очень медленно, отдельные стадии разложения древесины могут длиться годами и даже десятилетиями. В этом процессе порядок видовых рядов грибов единый для всех растений, однако в зависимости от внешних условий возможно развитие нескольких их вариантов [1], которые до сих пор остаются недостаточно изученными.

Целью работы было изучить видовые ряды ксилосапротрофных сумчатых грибов (Ascomycota) на различных этапах деструкции мертвой древесины бука лесного (*Fagus sylvatica* L.) в лесных экосистемах Сколевских Бескид (Украинские Карпаты). Эти видовые ряды аскомикот были исследованы в различных их экологических нишах: пространственных (на побегах разной формы нарастания и различных частях ствола), в двух типах гигротопных экологических ниш (сухих и увлажненных (временно или постоянно) местообитаниях), а также в пяти типах сапротрофных экологических ниш.

Для анализа пространственных экологических ниш ксилотрофных аскомикот нами была адаптирована классификация В. П. Исикова [1] для грибов на мертвой древесине: 1) побеги IV порядка (ветви и веточки с $d=3-10$ мм); 2) побеги III порядка (ветви с $d=10-15$

мм); 3) побеги II порядка (ветви с $d=15-25$ мм); 4) побеги I порядка (ветви с $d \geq 25$ мм); 5) верхняя часть ствола; 6) центральная часть ствола; 7) нижняя часть ствола, включая пни.

Последовательность появления видов аскомикот в сапротрофных экологических нишах на мертвой древесине определяли, учитывая типы их экологических ниш, выделенных на основе шкалы деструкции древесного субстрата П. Ренвалла [2]: I – древесина плотная, целая, ствол или ветка сплошная; лезвие ножа проникает в древесину лишь на несколько мм; II – древесина еще достаточно плотная; кора, как правило, присутствует, но прикреплена непрочно; проникновение лезвия ножа в древесину на 1–2 см; III – древесина достаточно мягкая, без коры, местами начинает опадать на небольших участках; лезвие ножа легко проникает в древесину; IV – древесина мягкая, полностью осыпается на больших участках; лезвие ножа легко проникает в древесину; V – древесина очень мягкая, полностью разлагается и без труда распадается между пальцами.

В пространственной экологической нише ксилотрофных грибов на побегах IV порядка (диаметр 3–10 мм) видовой ряд в сухой гигротопной экологической нише имеет следующий вид: *Diatrypella favacea* → *Hypoxylon fragiforme* в стадии анаморфы *Nodulisporium* sp. → *Diatrype disciformis* → *Eutypella quaternata* → *Diatrype stigma* → *Eutypa leptoplaca* → анаморфные грибы. В увлажненной гигротопной экологической нише здесь присутствуют преимущественно гипокреальные и диатриповые грибы: *Nectria cinnabarina* в стадии анаморфы *Tubercularia vulgaris* → *Diatrype disciformis* → *Eutypella quaternata* → *Diatrype stigma* → *Eutypa leptoplaca*.

В пространственной экологической нише грибов на побегах III порядка (диаметром 10–15 мм) возможно также два варианта видových рядов в зависимости от степени увлажненности среды. Так, в сухой гигротопной экологической нише видовой ряд выглядит так: *Diatrypella favacea* → *Nodulisporium* sp. + *Hypoxylon fragiforme* → *Diatrype disciformis* + иногда *Melogramma spiniferum* → *Eutypella quaternata* → *Capitotricha fagiseda* → *Diatrype stigma* / *Eutypa leptoplaca* → *Bertia moriformis* / иногда представители рода *Chaetosphaeria* spp. → *Chaetosphaeria pulviscula* или *Chaetosphaeria innumera*. Видовой ряд во влажных условиях среды принимает такой вид: *Tubercularia vulgaris* + *Nectria cinnabarina* → *Eutypella quaternata* → *Hymenoscyphus calyculus* → *Diatrype stigma* / *Eutypa leptoplaca* → *Bertia moriformis* / иногда представители рода *Chaetosphaeria* → *Chaetosphaeria pulviscula* или *Chaetosphaeria innumera*.

Видовой ряд в сухих условиях произрастания в пространственной экологической нише грибов на побегах II порядка (диаметр 15–25 мм) выглядит следующим образом: *Diatrypella favacea* / *Eutypella quaternata* → *Hypoxylon fragiforme* → *Diatrype disciformis* → *Annulohypoxylon cohaerens* → *Diatrype stigma* / *Eutypa leptoplaca* → *Eutypa maura* / *Eutypa lata* → *Eutypa spinosa* / *Chaetosphaeria* spp. → *Xylaria hypoxylon*. Другой вариант сложения видовой ряда, то есть в увлажненной гигротопной экологической нише, имеет такой вид: *Nectria cinnabarina* + иногда *Tubercularia vulgaris* / *Neonectria coccinea* / *N. ditissima* →

Bulgaria inquinans → *Diatrype stigma* / *Eutypa leptoplaca* → *Propolis farinosa* → *Bisporrella citrina* / *Hymenoscyphus calyculus* → *Mollisia cinerea* / *M. ventosa* + не слишком обильно или *Chaetosphaeria* spp. или *Eutypa spinosa* → *Ascocoryne cylichnium* / *A. sarcoides* + значительно обильнее присутствуют или *Chaetosphaeria* spp. или *Eutypa spinosa* → полное доминирование *Chaetosphaeria* spp. / *Eutypa spinosa*.

Изменение видового состава в ходе сукцессионных смен в пространственной экологической нише ксилотрофных асковых грибов на побегах I порядка (диаметр более 25 мм) в сухих условиях произрастания выглядит так: *Diatrypella favacea* → *Hypoxylon fragiforme* → *Eutypella tetraploa* → *Annulohypoxylon cohaerens* → *Eutypa leptoplaca* → *Eutypa maura* → *Eutypa flavovirens* → *Nemania serpens* → *Xylaria* spp. → *Eutypa spinosa* → *Chaetosphaeria inaequalis* / *C. pulviscula* / *C. innumera* / *C. cupulifera* → *Echinosphaeria strigosa* / *Ruzenia spermoides* / *Lasiochaeta ovina* → дематиеидные гифомицеты (*Dematiaceae*). В увлажненной гигротопной экологической нише видовой ряд аскомикот представлен следующим образом: *N. cinnabarina* / *Neonectria ditissima* / *N. coccinea* + *Diatrypella favacea* → *Diatrype stigma* / *Eutypa leptoplaca* → *Propolis farinosa* + *Annulohypoxylon cohaerens* → *A. cohaerens* → *Bisporrella citrina* / *Hymenoscyphus calyculus* → *Mollisia ventosa* / *M. cinerea* → *Ascocoryne sarcoides* / *A. cylichnium* → *Chlorociboria eruginascens* / *C. aeruginosa* (/ редко может быть *Scutellinia crinita* / *S. scutellata*) → *Ophiostoma* spp. + *Chaetosphaeria* spp. + *Orbilbia coccinella* Fr.

В пространственной экологической нише грибов на верхних частях ствола в сухих условиях произрастания видовой ряд аскомикот имеет такую последовательность: *Hypoxylon fragiforme* → *Annulohypoxylon cohaerens* → *Eutypa spinosa* → *Lasiochaeta hirsuta* або *Lasiochaeta ovina* → *Ophiostoma polyporicola* або *Chaetosphaeria preussii* + *Orbilbia coccinella* → дематиеидные гифомицеты (*Bactrodesmium* sp., *Pseudospiropes simplex* або *P. nodosus*). В увлажненной гигротопной экологической нише последовательность аскомикот в видовом ряду имеет следующий вид: *Nectria cinnabarina* / *N. ditissima* → *Annulohypoxylon cohaerens* → *Ascocoryne cylichnium* → *Chaetosphaeria preussi* + *Hypocrea rufa* + ее анаморфная стадия *Trichoderma viride* → *Orbilbia* spp. + *Chaetosphaeria preussi* + *Lasiochaeta* spp. / *Ophiostoma* sp. → дематиеидные гифомицеты (*Dematiaceae*).

В пространственной экологической нише ксилотрофных грибов на центральных частях ствола в процессе деструкции древесины при сухих условиях среды нами отмечен такой видовой ряд: *Hypoxylon fragiforme* → *Annulohypoxylon cohaerens* → *Bertia moriformis* → *Hypoxylon rubiginosum* → *Eutypa spinosa* → *Lasiochaeta ovina* + *Nemania serpens* или *Nemania effusa* → *Xylaria hypoxylon* или *Xylaria polymorpha*. На мертвой древесине бука в увлажненной гигротопной экологической нише видовой ряд выглядит следующим образом: *N. cinnabarina* + *Tubercularia vulgaris* → *Annulohypoxylon cohaerens* → *Bisporrella citrina* или *Hymenoscyphus calyculus*, или *Chlorociboria aeruginosa* → *Ascocoryne cylichnium* → *Scutellinia crinita* или *Scutellinia scutellata* → *Chaetosphaeria* spp. (*C. pulviscula*, *C. innumera*, *C. preussii*) → *Ophiostoma* spp. + *Mollisia ventosa* + *Orbilbia* spp.

(*O. xanthostigma*, *O. faginea*, *O. leucostigma*, *O. coccinella*) + иногда *Lachnum virgineum*.

В пространственной экологической нише ксилотрофных сумчатых грибов на нижних частях стволов, включая пни, на древесине бука видовой ряд при сухих условиях произрастания существует в такой последовательности: *Asteromassaria macrospora* → *Annulohypoxyton cohaerens* → *Bisporellacitrina* → *Eutypaspinosa* → *Xylaria* spp. (*X. hypoxyton* / *X. polymorpha* / *X. longipes* / *X. filiformis*) → *Kretzschmaria deusta* → *Lasiosphaeria ovina* → *Mollisia ventosa* / *M. cinerea* → *Orbilbia* spp. (*O. coccinella* / *O. leucostigma* + *Ophiostoma* spp. + дематиеидные гифомицеты (*Dematiaceae*). На мертвой древесине, которая находится во влажных условиях произрастания, видовой ряд представлен следующим образом: *Nectria cinnabarina* / *Neonectria ditissima* / *N. coccinea* → *Annulohypoxyton cohaerens* + *Bisporella citrina* → *Ascocoryne* spp. (*A. cylichnium* або *A. sarcoides*) + *Annulohypoxyton cohaerens* → *Xylaria* spp. → *Kretzschmaria deusta* → *Lasiosphaeria ovina* → *Mollisia ventosa* / *M. cinerea* → *Orbilbia* spp. (*O. coccinella* / *O. leucostigma* + *Ophiostoma* spp. + дематиеидные гифомицеты (*Dematiaceae*).

Как показывают результаты исследований, расположение грибов в экологических нишах мертвого древесного субстрата бука лесного (*Fagus sylvatica*), как правило, строго упорядочено. Лишь иногда наблюдаются отдельные случаи появления здесь «чужого» гриба, причем это может быть как близкий в систематическом отношении вид, так и вид из другого рода или порядка.

Таким образом, получены оригинальные видовые ряды ксилотрофных асковых грибов, которые наблюдаются в их экологических нишах, возникающих в процессе сукцессионных изменений микробиоты, связанной с процессом деструкции мертвого растительного субстрата. Существующая закономерность делает возможным прогноз с высокой долей вероятности нахождения определенных ксилосапротрофных грибов из отдела *Ascomycota* в различных экологических нишах на древесных растениях-субстратах.

Summary

The paper shows the species rows of xylotrophic ascomycetous fungi (*Ascomycota*) in specific ecological niches on dead wood of beech (*Fagus sylvatica*). We have allocated seven ecological niches. The sequence of appearance xylotrophic fungi were determined using a five point scale of P. Renvall. Depending on humidity conditions, species rows can occur two versions. When dry conditions colonize ecological niches usually pyrenomycetes, while wet – pyrenomycetes and discomycetes. Loculoascomycetes are extremely rare on the dead wood of beech. We got so peculiar species rows xylotrophic ascomycetous fungi, that occur in specific ecological niches. It is a natural law, which enables us to predict with a high probability of finding xylotrophic fungi from phylum *Ascomycota* on the wood plant certain species in specific ecological niches.

Key words: ecological niche, xylosaprotrophic fungi, *Ascomycota*, beech substrate.

Литература

1. Исиков В. П., Конопля Н. И. Дендромикология. – Луганск: Альма-Матер, 2004. – 347 с.
2. Renvall P. Community structure and dynamics of wood-rooting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in Northern Finland // *Karstenia*. – 1995. – No 3. – P. 1–51.

УДК 632.4.01/08

РЖАВЧИННЫЕ ГРИБЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ НА ВОРОБЬЕВЫХ ГОРАХ

Ветрова М. А^{1,2}

1. Биологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, email: cheetarki@mail.ru
2. ФГБУ ВНИИ фитопатологии

Ржавчинные грибы (Basidiomycota, Urediniomycetes, Uredinales) относятся к облигатным паразитам растений, как культурных, так и дикорастущих. Вызывая заболевания хозяйственно значимых растений, они способны наносить значительный ущерб экономике и сельскому хозяйству. Страдают от ржавчинных грибов и декоративные растения, состояние которых значительно ухудшается при заражении ржавчинными грибами. В условиях города растительность, особенно древесная и кустарниковая, имеет особенно большое значение, способствуя очищению воздуха, снижению шума, улучшению микроклимата, а также выполняя декоративные функции. Однако экологические условия города сильно отличаются от условий естественных местообитаний и не всегда оптимальны для роста растений, что делает их уязвимыми для заражения фитопатогенными грибами [1]. Именно поэтому для городских насаждений особенно важны своевременная диагностика и мониторинг грибных заболеваний, причем внимание необходимо уделять и сорным растениям, которые могут являться очагом распространения или промежуточным хозяином для ржавчинных грибов, наносящих ущерб культурным растениям. Хорошей моделью для изучения взаимодействия фитопатогенных грибов и растений в городских условиях являются ботанические сады, где собрано большое количество растений как аборигенной флоры, так и видов-интродуцентов, в том числе используемых в городах для озеленения [2]. Последние аналогичные исследования на территории Ботанического сада МГУ на Воробьевых горах проводились в 1965 году [3], поэтому данная работа позволит расширить знания о флоре паразитических грибов на его территории.

Целью данной работы было выявление видового состава и биологических особенностей ржавчинных грибов, паразитирующих на древесных, кустарниковых и травянистых растениях Ботанического сада МГУ на Воробьевых горах. Для ее достижения были поставлены следующие задачи:

1. Выявление видового состава ржавчинных грибов, паразитирующих на различных растениях Ботанического сада МГУ на Воробьевых горах.
2. Исследование микроскопических структур разных видов ржавчинных грибов.
3. Изучение фенологических особенностей ржавчинных грибов.

В течение 2013–2015 гг. с мая по октябрь (в 2013 г. — с июня по октябрь) маршрутным методом проводили сбор пораженных частей растений в Ботаническом саду МГУ на Воробьевых горах (Москва). Каждое найденное зараженное растение отмечалось с помощью GPS Garmin Etrex 20 (в 2013 г. — на карте вручную). В 2014–2015 гг. уже известные растения часто отмечались на карте без сбора пораженных частей растения. Полученные образцы гербаризировали для последующего хранения, а также обрабатывали глутаровым альдегидом, промывали дистиллятом и серией спиртов с восходящей концентрацией, затем высушивали с помощью установки для сушки в критической точке HCP-2 и покрывали слоем Au для последующего просмотра на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) марок JEOL JIB-4501, JSM 6380 4A и Camscan S-2. Далее проводили идентификацию фитопатогенных грибов с помощью методов световой и электронной микроскопии. В результате за 2013–2015 гг. собрано 353 образца с признаками заражения ржавчинными грибами. Всего за время наблюдений отмечено 539 случаев заражения этими фитопатогенными грибами. Идентифицировано 53 вида ржавчинных грибов, относящихся к 9 семействам. При качественном анализе данных наиболее часто встречаемыми считались виды, многократно отмеченные как на разных, так и на одном и том же виде растения-хозяина, а наименее часто встречаемыми — единично или несколько раз отмеченные на одном и том же растении.

В ходе работы идентифицировано 106 видов растений, относящихся к 73 родам и 34 семействам, на которых были обнаружены ржавчинные грибы. Наибольшее видовое разнообразие ржавчин отмечено на представителях семейств Сложноцветные (18 видов), Розоцветные (13 видов) и Злаковые (10 видов), наименьшее — на представителях семейств Гречишные, Гераниевые, Лютиковые, Кутровые, Крушиновые, Адоксовые, Гвоздичные, Крапивные, Осоковые, Пионовые и Подмаренниковые — по одному виду ржавчин. Среди жизненных форм преобладают травянистые растения (79 видов), 14 видов чаще встречаются в форме кустарников, 10 — в древесной, еще 3 могут быть как деревом, так и высоким кустарником [3]. Два вида относятся к хвойным растениям, все остальные — к лиственным, причем большинство растений относятся к классу Двудольных. Большинство растений многолетние, всего 8 видов однолетних растений поражаются ржавчинными грибами. В списке доминируют местные виды растений, хотя довольно много и интродуцентов. Значительная часть видов относится к культивируемым и декоративным растениям, широко применяемым в озеленении.

Ржавчинные грибы наиболее сильно поражают представителей семейства Сложноцветные (161 очаг) и Розоцветные (75 очагов), что, видимо, связано с большим количеством

и разнообразием представителей данных семейств в Ботаническом саду (табл.1). Единичные случаи заражения отмечены для семейств Адоксовые, Кутровые, Лютиковые, Гречишные и Гвоздичные, что можно объяснить как относительно небольшим количеством представителей данных семейств в Ботаническом саду, так и специализацией паразитов по отношению к растениям-хозяевам. Наибольшее число видов ржавчин отмечено также на представителях семейства Розоцветные (8 видов, 5 родов) и Сложноцветные (11 видов, 2 рода).

Таблица 1. Количество очагов и видов ржавчинных грибов в семействах растений-хозяев в 2013–2015 гг.

Семейство	Число очагов	Число видов грибов
Барбарисовые Berberidaceae	5	1
Березовые Betulaceae	3	1
Бобовые Fabaceae	4	1
Розоцветные Rosaceae	75	8
Сосновые Pinaceae	4	2
Крушиновые Rhamnaceae	18	1
Ивовые Salicaceae	22	3
Адоксовые Adoxaceae	1	1
Крыжовниковые Grossulariaceae	5	1
Мальвовые Malvaceae	11	1
Сложноцветные Asteraceae	161	11
Кутровые Аросунaceae	1	1
Зонтичные Umbelliferae	12	2
Колокольчиковые Campanulaceae	88	1
Лютиковые Ranunculaceae	1	1
Злаковые Gramineae	15	5
Вьюнковые Convolvulaceae	7	2
Гераниевые Geraniaceae	12	1
Гречишные Polygonaceae	1	1
Гвоздичные Caryophyllaceae	1	1
Яснотковые Lamiaceae	5	3
Ирисовые Iridaceae	3	1
Кипрейные Onagraceae	12	2
Крапивные Urticaceae	29	1
Спаржевые Asparagaceae	2	2
Лилейные Liliaceae	11	1
Бурачниковые Boraginaceae	14	1
Молочайные Euphorbiaceae	2	1
Осоковые Superaceae	7	1
Пионовые Paeoniaceae	10	1
Мареновые Rubiaceae	2	1
Фиалковые Violaceae	5	1
Дымянковые Fumariaceae	3	1

Большая часть грибов при этом проявляет узкую специализацию, заражая растения одного рода, исключения составляют *Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lévy, поражающий растения в пределах двух семейств (1 род семейства Сосновые и 4 рода семейства сложноцветные) и *Russinia coronata* Corda 1837, поражающая 1 род в пределах семейства

Крушиновые и 3 рода из семейства Злаковые. Необходимо отметить, что в обоих случаях хозяин эциостадии относится к одному семейству, а урединиоспоры заражают более широкий круг растений-хозяев в другом семействе.

В результате анализа полученных данных было установлено, что среди ржавчинных грибов наиболее многочисленными являются представители семейства Pucciniaceae (34 вида, 2 рода), наименее многочисленны представители семейства Raveneliaceae и Uropyxidaceae, представленные одним видом. Общее число идентифицированных видов ржавчинных грибов — 53, число родов — 10 (табл. 2).

Таблица 2. Таксономия ржавчинных грибов Ботанического сада МГУ.

Род	Семейство	Число родов	Число видов	Число точек
<i>Coleosporium</i>	Coleosporiaceae	1	1	136
<i>Cronartium</i>	Cronartiaceae	1	2	15
<i>Gymnosporangium</i> , <i>Puccinia</i> , <i>Uromyces</i>	Pucciniaceae	3	36	288
<i>Melampsora</i>	Melampsoraceae	1	5	29
<i>Melampsoridium</i> , <i>Puccinias-trum</i>	Pucciniastraceae	2	3	9
<i>Phragmidium</i>	Phragmidiaceae	1	4	59
<i>Tranzschelia</i>	Uropyxidaceae	1	1	1
<i>Triphragmium</i>	Raveneliaceae	1	1	2

Согласно проведенным наблюдениям, наиболее распространенным видом ржавчинных грибов, поражающим деревья и кустарники в Ботаническом саду, является *Coleosporium tussilaginis*, что связано с его широкой специализацией, и *Puccinia lapsanae* Fuckel 1860, что вероятно, связано с широким распространением растения-хозяина – сорного вида Бородавник обыкновенный (*Lapsana communis* L.). Большое количество случаев заражения ржавчинными грибами рода *Phragmidium* связано с обширной коллекцией различных сортов роз и шиповников, собранных в Ботаническом саду МГУ. Наиболее редко встречаются виды *Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers.) Dietel 1922, *Uromyces polygoni-avicularis* (Pers.) G.H. Otth 1864, *Puccinia vincae* (DC.) Berk. 1836, *Puccinia sessilis* J. Schröt. 1870, *Puccinia nigrescens* L.A. Kirchn. 1856, *Puccinia hieracii* (Röhl.) H. Mart. 1817, *Puccinia glechomatis* DC. 1808, *Puccinia asparagi* DC. 1805, *Puccinia argentata* (Schultz) G. Winter 1880, *Puccinia arenariae* (Schumach.) J. Schröt. 1880 и *Melampsora loricis-pentandrae* Kleb. 1897, отмеченные единично.

По итогам наблюдений наиболее благоприятным для развития ржавчинных грибов был 2015 год (281 очаг по сравнению с 178 в 2014 и 80 в 2013 годах). Видимо, это можно объяснить разницей в погодных условиях. В ботаническом саду ржавчинные грибы отмечены в период с мая по октябрь, максимальное видовое разнообразие приходится на середину лета (июль–август), в 2015 году — июль–сентябрь.

Таким образом, изучен видовой состав ржавчинных грибов, развивающихся на древесных, кустарниковых и травянистых растениях Ботанического сада МГУ на Воро-

бьевых горах, получены данные об их фенологии и особенностях развития. Эти данные позволят дополнить знания об их жизненных циклах и сроках развития и разработать более эффективные методы борьбы с ржавчинными грибами.

Summary

Rust fungi can be the reason of hard damage for plants, which will lose their ecological function as result. This problem became especially important in cities, where plants growth in hard environmental condition. Botanical gardens are the most appropriate territory for the studying of parasites and plants interaction, because there are a lot of introduced plants, which used for planting of greenery, on its territory. But the investigations of this issue for botanical gardens of Moscow are scarce, so we try to solve this problem studying this group of fungi in the Moscow State University Botanical Garden on Vorobyovy Gory. 53 species of rusts fungi that inhabit 106 plants species in the Moscow State University Botanical Garden on Vorobyovy Gory were collected and identified during 2013-2015, and at least the half of them are parasites of urban greening plants. The most numerous family of Pucciniales is Pucciniaceae (36 species) and the most widespread fungi is *Coleosporium tussilaginis*. Plants of family Asteraceae and Rosaceae have the highest biodiversity of rust fungi, so this family is very widespread in cities. The received information about ecology and phenology of rust fungi and about their hosts can be used for plant defense, so our data allow us make the methods of fighting with fungi parasites more effective. This knowledge is also helpful for green space worker in cities.

Литература

1. Гирилович И. С., Лемеза Н. А. Мучнисторосяные грибы деревьев и кустарников, произрастающих на территории Минска. Весці Акадэміі навук Беларусі. Сер. біял. навук, 1996. С. 71–76.
2. Павлюк Н. А. Микобиота декоративных растений ботанического сада-института ДВО РАН. Канд. дисс. биол. наук, 2009. С. 233.
3. Хьен Ф. Т. Патогенная микофлора Ботанического сада МГУ на Ленинских горах. Канд. дисс. биол. наук. М. 1965. С. 1–15.

УДК 582.284

СТРУКТУРА ГРИБОВ-МАКРОМИЦЕТОВ В СВЯЩЕННЫХ РОЩАХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Гаврицкова Н. Н., Булыгина Н. А., Курненкова И. П.
Поволжский государственный технологический университет, Россия, Йошкар-Ола,
GavrickovaNN@volgatech.net, BulyginaNA@volgatech.net, KurninkovaIP@volgatech.net

Марийские священные рощи являются уникальными памятниками общественно-го сознания и традиционной культуры, это место культовых обрядов, молений к богам.

Антропогенное вмешательство в лесные фитоценозы священных рощ ограничивается многочисленными табу, установленными язычеством, за нарушение которых несет ответственность. И поэтому места поклонения якобы являются эталоном экологической чистоты. Однако священные рощи также испытывают на себе антропогенное воздействие, заключающееся в механических повреждениях, рубках, разведении костров, образовании свалок мусора [3].

Объектом исследований являлись грибы-макромицеты на территории священных рощ Сернурского района Республики Марий Эл.

Сернурский район расположен на северо-востоке Республики Марий Эл. Он представляет собой часть Русской равнины и находится на склоне Марийско-Вятского увала, который в пределах Сернурского района понижает свою высоту на север.

Священные рощи в Сернурском районе представляют собой отдельные куртины деревьев или целые лесные массивы, расположенные на различных элементах рельефа. Большинство исследуемых рощ располагались на плакорах – 47 %, несколько меньше – 43 % – на склонах и 7,8 % – в поймах.

Большинство изученных священных рощ Сернурского района Республики Марий Эл (51 роща) расположены в древостоях, в составе которых преобладала липа. На втором месте были березняки разнотравные, менее 5 % занимали хвойные древостои (ельники кисличниковые, пихтарники кисличниковые), редко встречались насаждения с преобладанием в составе осины и сосны.

Изучение видового состава макромицетов осуществлялось маршрутно-детальным способом на пробных площадях (0,25 га). Учитывались плодовые тела (карпофоры) на различных субстратах (почве, валеже, опаде, пнях, живых деревьях). При учете на сухостое, пнях и валеже отмечалось время их образования (старый, свежий).

Экологические группы грибов выделяли по Бондарцевой М. А, Рипачеку В. [1, 2, 4].

Проводился учет всех экологических групп макромицетов, включая ксилотрофные, микоризные, подстилочные и гумусовые.

В результате исследований в Священных рощах Сернурского района Республики Марий Эл выявлено 76 видов макромицетов, относящихся к 23 семействам.

В количественном отношении среди макромицетов преобладали представители семейства Tricholomataceae, включающие 25 видов, что составляет около 33 % от общего числа всех видов грибов. Список наиболее богатого видами семейства Tricholomataceae включало 10 родов, из которых самые крупные по числу видов: *Muscena*, *Tricholoma*.

Второе место по числу видов занимало семейство Russulaceae (14 видов или 18,4 % от общего числа видов). В этом семействе ведущим явился род *Russula*, объединивший 11 видов выявленных макромицетов. Меньшим количеством видов в данном семействе представлен род *Lactarius* (3 вида).

Довольно широко представлены такие семейства как Boletaceae, Hymenochaetaceae и Polypogonaceae, имеющие одинаковый удельный вес по числу видов (4 вида или 5,3 % от

общего числа видов). Таким образом, представители этих ведущих семейств составляют 67,2 % от общего объема рассматриваемой микобиоты.

Остальные семейства анализируемой микобиоты немногочисленны и включают 1-3 вида макромицетов.

Все грибы, выявленные в ходе изучения священных рощ Сернурского района РМЭ, были распределены по экологическим группам.

В священных рощах Сернурского района Республики Марий Эл были выявлены следующие экологические группы: микоризные, гумусовые, подстилочные и ксилотрофные макромицеты. Из группы ксилотрофных грибов выделяли сапротрофов, факультативных паразитов и факультативных сапротрофов.

По результатам проведенных исследований микоризные грибы являются самой обширной группой макромицетов в священных рощах Сернурского района. Всего в обследуемых рощах был выявлен 31 вид микоризных макромицетов, что составляет 40,3 % от общего числа видов. Большинство выявленных микоризных грибов относились к семейству Tricholomataceae и Russulaceae. Значительно реже встречались представители семейств Amanitaceae и Boletaceae.

Другой распространенной группой грибов в священных рощах является группа ксилотрофных макромицетов. В изученных рощах было обнаружено 22 вида ксилотрофных макромицетов (28,6 % от общего числа видов). Причем среди группы ксилотрофных грибов лидирующей оказалась группа ксилотрофных сапротрофов (12 видов), а количество факультативных паразитов и факультативных сапротрофов оказалось значительно меньше: 6 видов и 4 вида соответственно. Ксилотрофные сапротрофы встречались на сухостойной, валежной древесине, на пнях и древесных штырях. Среди них наиболее часто были отмечены такие, как денежка длинноногая, денежка ямчатая, опенок жилисто-пластинчатый, мицена колпачковидная. Среди патогенных макромицетов было отмечено 10 видов, из которых 6 видов относилось к факультативным паразитам (плоский трутовик, трутовик окаймленный, настоящий трутовик и другие виды), 4 вида – к факультативным сапротрофам (ложный трутовик, трутовик Гартига, серно-желтый трутовик, ложный дубовый трутовик).

Подстилочные грибы занимают третье место по числу входящих видов (20 видов или 25,9 % от общего количества всех видов). Среди подстилочных грибов в священных рощах Сернурского района Республики Марий Эл наиболее часто встречались такие, как мицена щелочная, мицена желтоногая, денежка жгучая, чесночники.

Самая немногочисленная эколого-трофическая группа – группа гумусовых макромицетов, она включала всего 4 вида макромицетов, принадлежащих к разным семействам. Среди гумусовых грибов наибольшую частоту встречаемости имела лаковица розовая.

В результате проведенных обследований было выявлено, что наибольшее количество грибов «защитного» комплекса отмечалось в таких рощах Сернурского района, как Красная гора (22 вида, 98 штук), Кочанур 2 (15 видов, 90 штук), Нижний Писинер (14 видов, 83 штуки). В этих рощах средний балл категории состояния деревьев составлял от

1,6 до 2, что соответствует удовлетворительному состоянию фитоценозов. Наименьшее количество макромицетов, входящих в группу «защитного» комплекса, наблюдалось в рощах Большая Кульша (9 видов, 19 штук), Нурсола (9 видов, 31 штука), Изи-Памаш (6 видов, 13 штук). Средний балл санитарного состояния древесных пород в этих рощах варьировал от 2 до 2,7, что соответствует значительной ослабленности насаждений.

Для получения представления о влиянии рекреационных нагрузок на микобиоту в священных рощах Сернурского района был проведен сравнительный анализ распределения макромицетов по экологическим группам в действующих и недействующих священных рощах. Данные по распределению макромицетов по экологическим группам представлены в таблице 1.

Табличные данные свидетельствуют о том, что вне зависимости от функционирования рощ доминирующей экологической группой является группа микоризных грибов. Причем в действующих священных рощах выявленное видовое богатство микоризных грибов было значительно ниже по сравнению с недействующими рощами. Отмеченные изменения видового обилия макромицетов-микоризообразователей связаны с тем, что в действующих рощах, где регулярно проводятся культовые обряды, происходит уплотнение верхних слоев почвы, в которых развивается мицелий грибов, что может явиться причиной уменьшения их видового разнообразия.

Число видов подстилочных сапротрофов также сокращается в действующих священных рощах по сравнению с недействующими, хотя и незначительно. Такая тенденция изменения видового богатства связана с разрушением питающего субстрата — лесной подстилки — в действующих священных рощах.

Таблица 1. Распределение макромицетов по экологическим группам в священных рощах

№. п/п	Состав	Количество видов макромицетов, шт.						Всего видов на пробных площадях
		Ксилотрофы			Микоризные	Подстилочные	Копротрофы и гумусовые	
		Сапротрофы	Факультативные паразиты	Факультативные сапротрофы				
1	Действующие священные рощи	10	6	3	19	16	1	55
2	Недействующие священные рощи	10	6	3	25	18	4	66

Видовое богатство ксилотрофных макромицетов в микоценозах действующих и недействующих священных рощ имеет сходные значения. Причем вне зависимости от функционирования рощ наблюдается одинаковое количество видов всех групп ксилотрофных макромицетов (ксилотрофных сапротрофов, факультативных паразитов, факультативных сапротрофов). Сравнительный анализ частоты встречаемости видов ксилотро-

фных макромицетов в священных рощах в зависимости от функционирования показал, что действующие и недействующие священные рощи обладают абсолютным сходством ксилотрофной микобиоты. Отличие состояло лишь в том, что среди грибов-патогенов встречаемость трутовика настоящего в действующих рощах была большая, чем в недействующих; а трутовик окаймленный, напротив, имел большую частоту встречаемости в недействующих священных рощах.

Таким образом, в результате проведенных микологических исследований в священных рощах Сернурского района можно сделать следующие выводы:

- усиление рекреационной нагрузки, выраженное в функционировании рощ, отражается на распределении эколого-трофических групп грибов-макромицетов, причем их реакция на различную степень рекреационной нагрузки неоднозначна;

- ксилотрофные, гумусовые грибы неоднозначно реагируют на усиление рекреационной нагрузки на лесные экосистемы. Микоризные и подстилочные грибы в большинстве случаев избегают рекреационно-нарушенных сообществ, и уменьшение их видового богатства в микоценозах действующих священных рощ можно рассматривать как показатель рекреационной трансформации лесных экосистем.

Summary

The results of detailed investigation of macromycete fungi in forest community in sacred groves of the Sernur region of the Mari El Republic are presented. Analyses of taxonomic and ecological trophic structure of educed macromycetes is made. The results of examining mycorrhizal, humus, duff and xylophagous fungi are given. A connection between the existence of different ecological groups of fungi in sacred groves with the condition of forest stand is described. The influence of recreational load on the abundance of species of different ecological groups of macromycete fungi in phytocenosis of active and inactive sacred groves is examined. Ecological groups of macromycetes have been pointed out, whose reaction to anthropogenic interference is an indicator of the increase of recreational impact.

Литература

1. Бондарцева, М. А. Эколого-биологические закономерности функционирования ксилотрофных базидиомицетов в лесных экосистемах // Грибные сообщества лесных экосистем: материалы координационных исследований. – Москва-Петрозаводск, 2000. – С. 9–26.
2. Бондарцева, М. А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые / М. А. Бондарцева. – СПб.: Наука, 1992. – Вып. 2. – 391 с.
3. Гаврицкова Н. Н. Структура микобиоты в рекреационных лесах Республики Марий Эл. Вестник ПГТУ. 2014. – №3.(23) – С. 67–77.
4. Рипачек, В. Биология дереворазрушающих грибов./ В. Рипачек. – М.: Лесная промышленность, 1967. – 275с.

ЭПИЛИТНЫЕ ЛИШАЙНИКИ ТОЛМАЧЕВА ДОЛА (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

Гагарина Л. В., Кораблев А. П., Андреев М. П.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия,
gagarinalv@binran.ru, korablev.anton@yandex.ru, andreevmp@yandex.ru

Толмачев дол – обширное вулканическое плато общей площадью около 225 км², с абсолютными отметками 350–1000 м, расположено на Южной Камчатке между 52° 29′ и 52° 41′ с. ш. и 157° 30′ и 157° 47′ в. д., к востоку от активного вулкана Опала. Плато образовано наслоениями лавовых потоков и тефры многочисленных плейстоцен-голоценовых извержений. Наибольшую площадь занимают отложения вулканов, возникшие 50 000–25 000 ¹⁴С лет назад. (Дирксен, 2009). За последние 3000 лет на плато образовалось четыре лавовых поля, самое молодое из которых насчитывает 1600 ¹⁴С лет. Климат морской муссонный, средняя годовая температура воздуха на 600 м –3 °С; число дней с положительной среднесуточной температурой – 160; среднегодовая сумма осадков свыше 1000 мм.

В растительности плато достаточно хорошо проявляется высотная поясность: лесной пояс, образованный лесами из березы каменной (*Betula ermanii* Cham.), поднимается до высоты 550 м над ур. моря; пояс стлаников из ольхового (*Alnus fruticosa* Pall.) и кедрового (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) стлаников продолжается до 900 м над ур. м. В стланиковом поясе представлены кустарничковые и лишайниковые горно-тундровые сообщества и субальпийские луга (Кораблев, Нешатаева, 2014). На наиболее молодых лавовых потоках возрастом менее 3000 лет доминируют незадернованные каменные россыпи, на которых формируются эпилитно-лишайниковые группировки и фрагменты кустарничково-лишайниковых горных тундр.

Лихенологическое исследование территории Толмачева дола проводилось в 2013 г. При сборе материала использовали метод геоботанических пробных площадей. На каждой пробной площади, помимо прочего, собирали и лишайники, произрастающие на камнях.

В результате проведенных исследований нами было выявлено 43 вида эпилитных лишайников из 23 родов. Наибольшим числом видов представлен род *Cladonia* – 12 видов, роды *Lecidella*, *Leprolaria* и *Stereocaulon* – по 3 вида, остальные роды содержат 1 или 2 вида.

Три вида – *Buellia concinna* Th. Fr., *Lecidella anomaloides* A. Massal., *Sporostatia polyspora* (Nyl.) Grummann – являются новыми для Камчатки.

Buellia concinna обнаружена на одной пробной площади на силикатной горной породе. В России вид распространен преимущественно в арктических широтах и Южной Сибири, также встречается в Европе (до гор Средиземноморья) и Азии.

Lecidella anomaloides на обследованной территории обнаружена в большом коли-

честве также на силикатных горных породах. В России вид широко распространен, но редко встречается. В мире обитает в Европе, Северной и Южной Америке.

Sporostatia polyspora предпочитает силикатные горные породы. В России встречается в Европе, Сибири, Кавказе и на Дальнем Востоке. В мире обитает в Европе, Азии, Северной и Южной Америке.

Ниже приводим список выявленных видов лишайников. Образцы хранятся в гербарии лаборатории лишенологии и бриологии Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE). Все местонахождения находятся в Усть-Большерецком районе.

Аннотированный список видов:

1. *Ваеомyces rufus* (Huds.) Rebert. – в 100 м Ю от оз. Новое, 52°41.609'N, 157°32.376'E;
2. *Buellia concinna* Th. Fr. – в 3 км В оз. Толмачева, между р. Верхняя Толмачева и р. Левая Толмачева, 52°36.785'N, 157°42.215'E;
3. *Cetraria nigricans* Nyl. – там же;
4. *Cladonia bellidiflora* (Ach.) Schaer. – в 100 м Ю от оз. Новое, 52°41.628'N, 157°32.39'E;
5. *Cl. borealis* S. Stenroos – в 3 км В оз. Толмачева, между р. Верхняя Толмачева и р. Левая Толмачева, 52°36.785'N, 157°42.215'E;
6. *Cl. chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. – в 100 м Ю от оз. Новое, 52°41.634'N, 157°32.41'E;
7. *Cl. coccifera* (L.) Willd. s. lat. – в 3 км В оз. Толмачева, между р. Верхняя Толмачева и р. Левая Толмачева, 52°36.785'N, 157°42.215'E;
8. *Cl. coniocraea* (Flörke) Spreng. – в 100 м Ю от оз. Новое, 52°41.634'N, 157°32.41'E;
9. *Cl. furcata* (Huds.) Willd. – в 3 км В оз. Толмачева, между р. Верхняя Толмачева и р. Левая Толмачева, 52°36.785'N, 157°42.215'E;
10. *Cl. gracilis* (L.) Willd. ssp. *elongata* (Wulfen) Vain. – там же;
ssp. *gracilis* (L.) Willd. – там же;
11. *Cl. ochrochlora* Flörke – в 100 м Ю от оз. Новое, 52°41.634'N, 157°32.41'E;
12. *Cl. phyllophora* Hoffm. – в 3 км В оз. Толмачева, между р. Верхняя Толмачева и р. Левая Толмачева, 52°36.785'N, 157°42.215'E;
13. *Cl. pleurota* (Flörke) Schaer. – в 100 м Ю от оз. Новое, 52°41.628'N, 157°32.39'E;
14. *Cl. uncialis* (L.) F. H. Wigg. subsp. *uncialis* (L.) Weber ex F.H. Wigg – в 3 км В оз. Толмачева, между р. Верхняя Толмачева и р. Левая Толмачева, 52°36.785'N, 157°42.215'E;
15. *Cl. verticillata* (Hoffm.) Schaer. – там же;
16. *Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman – там же;
17. *Lecanora polytropa* (Hoffm.) Rabenh. – там же;
18. *Lecidea lapicida* (Ach.) Ach. – там же;
19. *Lecidella anomaloides* A. Massal. – там же;
20. *L. elaeochroma* var. *soralifera* (Erichsen) Hertel. – там же;

21. *L. stigmathea* Ach. – там же;
22. *Lepraria alpina* (B. de Lesd.) Tretiach & Baruffo – там же;
23. *L. elobata* Tønsberg – там же;
24. *L. lobificans* Nyl. – в 100 м Ю от оз. Новое, 52°41.628'N, 157°32.39'E;
25. *Melanelia hepaticum* (Ach.) A. Thell – в 3 км В оз. Толмачева, между р. Верхняя Толмачева и р. Левая Толмачева, 52°36.785'N, 157°42.215'E;
26. *Ochrolechia frigida* (Sw.) Lynge – там же;
27. *Pertusaria oculata* (Dicks.) Th. Fr. – там же;
28. *Porpidia crustulata* (Ach.) Hertel & Knoph – там же;
29. *Protoparmelia badia* (Hoffm.) Hafellner – там же;
30. *Pseudephebe minuscula* (Nyl. ex Arnold) Brodo & D. Hawksw. – там же;
31. *P. pubescens* (L.) Choisy – там же;
32. *Rhizocarpon alpicola* (Wahlenb.) Rabenh. – там же;
33. *R. geographicum* (L.) DC. – там же;
34. *R. hochstetteri* (Körb.) Vain. – там же;
35. *Schaereria fuscocinerea* (Nyl.) Clauzade & Cl.Roux – там же;
36. *Solorina crocea* (L.) Ach. – там же;
37. *Sporostatia polyspora* (Nyl.) Grumann – там же;
38. *Stereocaulon alpinum* Lauger – там же;
39. *S. lambii* Dombr. – там же;
40. *S. vesuvianum* Pers. – там же;
41. *Thamnotia vermicularis* (Sw.) Schaer. – там же;
42. *Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch – в 100 м Ю от оз. Новое, 52°41.609'N, 157°32.376'E;
43. *Umbilicaria hyperborea* (Ach.) Hoffm. – в 3 км В оз. Толмачева, между р. Верхняя Толмачева и р. Левая Толмачева, 52°36.785'N, 157°42.215'E;

Самыми массовыми и распространенными видами на обследованных пробных площадях являются *Cladonia furcata* (Huds.) Willd., *Lecanora polytropa* (Hoffm.) Rabenh., *Lecidea lapicida* (Ach.) Ach., *Lecidella anomaloides* A. Massal., *L. stigmathea* Ach., *Ochrolechia frigida* (Sw.) Lynge, *Pertusaria oculata* (Dicks.) Th. Fr., *Porpidia crustulata* (Ach.) Hertel & Knoph, *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC., *Schaereria fuscocinerea* (Nyl.) Clauzade & Cl.Roux, *Sporostatia polyspora* (Nyl.) Grumann, *Stereocaulon lambii* Dombr., *S. vesuvianum* Pers., *Umbilicaria hyperborea* (Ach.) Hoffm. Вышеперечисленные виды формируют основу эпилитно-лишайниковых группировок Южной Камчатки.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-04-05971, 14-04-01411.

Summary

The list of species comprises 43 saxicolous species reported for Tolmachev Dol (Southern Kamchatka). Three species are new for Kamchatka. There are *Buellia concinna* Th. Fr., *Lecidella anomaloides* A. Massal. and *Sporostatia polyspora* (Nyl.) Grumann.

Литература

1. Дирксен О. В. Позднечетвертичный ареальный вулканизм Камчатки (структурная приуроченность, геолого-геоморфологический эффект, пространственно-временные закономерности проявления). Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – СПб, 2009. – 18 с.
2. Кораблев А. П., Нешатаева В. Ю. Растительный покров вулканических отложений плато Толмачев дол, Южная Камчатка // Растительность Восточной Европы и Северной Азии. Материалы Международной научной конференции. Брянск, 28 сентября – 3 октября 2014 г. – Брянск, 2014. – С. 71.

УДК 630*443.3

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭКТОМИКОРИЗНЫХ (ЭКМ) ГРИБОВ БЕЛАРУСИ

Гапиенко О. С.¹, Шапорова Я. А.², Колос С. С.¹

1. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАНБ, Минск, Беларусь, os_gapienko@mail.ru
2. Белорусский технологический университет, Минск, Беларусь, Shaporowa74@belstu.by

ЭКМ (эктомикоризные грибы) занимают одно из центральных мест в природных биоценозах. Микориза (в переводе с греческого — грибокорень) возникает в результате симбиотического сожительства гриба с корнем высшего растения. Микориза встречается среди лесных деревьев, травянистой растительности и сельскохозяйственных растений. Полезная роль микоризообразующих грибов заключается, в основном, в снабжении древесных растений элементами минерального питания и витаминами. У травянистых растений в образовании микоризы чаще участвуют иные виды грибов.

В многочисленном видовом царстве грибов микоризные грибы – лишь малая его часть. Так, например, среди 900 родов базидиомицетов только представители 91 рода способны давать микоризные образования. В настоящее время насчитывается около 200 тыс. высших растений, вступающих в контакт с микоризными грибами [1, 2]. Наиболее благоприятные условия для развития микориз в почвах, обедненных растворимыми азотом и фосфором. В почвах, где достаточно фосфора и азота, микориза почти не встречается.

По взаимоотношениям между корнями высшего растения и мицелием гриба различают три основных типа микориз: эндотрофные (внутренние), эктотрофные (наружные), переходные (эктоэндотрофные). У древесных растений встречается микориза переход-

ного типа — эктоэндотрофия. Гифы гриба обильно покрывают корень снаружи и дают ответвления, проникающие внутрь корня. Наружные гифы гриба вытягивают из почвы воду, минеральные соли, а также растворимый азот и другие органические вещества. Эти поступающие из почвы вещества используются частично растением, а часть их идет на рост мицелия и образование плодовых тел гриба. В жизненно важных растущих частях корня (цилиндра) микоризных грибов нет: если они попадают туда, то немедленно перевариваются клетками растения. Симбионты микориз не могут существовать друг без друга. Если микоризные грибы не встретят корней деревьев, то они не образуют плодовые тела. Поэтому очень трудно создать возможность для выращивания в искусственных условиях, например, белого гриба.

Симбиотическая связь микоризных грибов с растением— высшая эволюционная стадия паразитизма. Эти сбалансированные отношения не всегда идеальны в природе, они жестко контролируются внешними условиями. При нарушении оптимальных условий для одного из компонентов слабый погибает [1, 4, 5, 6].

Симбиотрофная специализация макромицетов изучена слабо. Принадлежность грибов к трофической группе и их связи с древесными породами определяется, в основном, по появлению карпофоров возле определенной древесной породы [1, 5, 6].

В отношении систематического состава грибов, участвующих в образовании эктотрофных микориз, все исследователи считают, что грибы-микоризообразователи принадлежат преимущественно к порядкам афиллофоровых (*Aphillorhales*) и агариковых (*Agaricales*) класса базидиальных грибов (*Basidiomycetes*). При этом наиболее часто называют роды грибов, образующих микоризу древесных пород (таблица 1): *Amanita*, *Boletus*, *Cortinarius*, *Cantharellus*, *Hebeloma*, *Lactarius*, *Tricholoma* и др. [3, 4].

Таблица 1. Таксономический состав (ЭКМ) макромицетов

Семейства (число родов/видов)	Роды (число видов)
Порядок Amanitales	
Amanitaceae Roze (1/14)	Amanita Pers. (14)
Порядок Agaricales	
Entolomataceae Kotl. & Pouzar (1/5)	Entoloma (Fr.) P. Kumm. (5)
Порядок Hygrophorales	
Hygrophoraceae Lotsy (1/8)	Hygrophorus Fr. (8)
Порядок Tricholomatales	
Tricholomataceae (Fayod) R. Heim (2/50)	Laccaria Berk. & Broome (2), Tricholoma (Fr.) Staude (48)
Порядок Boletales	
Boletaceae Chevall. (4/17)	Boletus L. (8), Leccinum Gray (3), Tylopilus P. Karst. (1), Xerocomus Quél. (5)
Suillaceae Besl & Bresinsky (1/9)	Suillus Gray (9)
Gyroporaceae Locq. (1/2)	Gyroporus Quél. (2)
Paxillaceae Lotsy (1/2)	Paxillus Fr. (2)
Gomphidiaceae Maire ex Jülich (2/2)	Chroogomphus (Singer) O.K. Mill. (1), Gomphidius Fr. (1)
Порядок Cortinariales	

Cortinariaceae R. Heim ex Pouzar (4/148)	Cortinarius (Pers.) Gray (120), Hebeloma (Fr.) P. Kumm. (18), Inocybe (Fr.) Fr. (9), Rozites P. Karst (1)
Порядок Russulales	
Russulaceae Lotsy (2/124)	Lactarius Pers. (47), Russula Pers. (77)
ИТОГО: (20/381)	

В образовании микориз принимают участие также представители порядка гастеромицетов (Gasteromycetales) из базидиальных грибов, например, Geaster, Rhizopogon; из класса сумчатых грибов (Ascomycetes), например, Gyromitra, Tuber; из несовершенных грибов (Fungi imperfecti), например, Phoma, а также из других систематических категорий (таблица 2).

Таблица 2. Таксономический состав (ЭКМ) гастероидных и сумчатых грибов

Семейства (число родов/видов)	Роды (число видов)
Группа гастероидных грибов	
Гастероидные (2/8)	Rhizopogon (2), Geastrum (4), Bovista (2)
Порядок Sclerodermales	
Sclerodermataceae (1/2)	Scleroderma (2)
Порядок Eurotiales	
Elaphomycetaceae (1/2)	Elapomyces (2)
Порядок Pezizales	
Discinaceae (1/3),	Gyromitra (3)
Helvellaceae (2/6)	Helvella (4), Hydnotrya (1), (Stephensia 1),
Tuberaceae (1/1)	Tuber (1)
Sclerodermataceae	Sarcosoma (1)
Итого (7/23)	

Всего насчитывается в настоящее время 404 вида. К хозяйственно значимым видам, которые можно отнести к эксплуатируемым ресурсам, относятся [5]:

– боровик, объединяющий виды: (*Boletus edulis* - белый гриб, боровик; *Boletus pinicola*, *Boletus pinophilus* - белый гриб сосновый, боровик); лисичка, объединяющий виды: (*Cantharellus cibarius*, *Cantharellus ferruginascens*); подосиновик, объединяющий виды: (*Leccinum aurantiacum* – подосиновик красно-бурый (обабок красноголовый, осиновик красный, красный гриб, красноголовик); *Leccinum versipelle* – подберезовик, объединяющий виды: (*Leccinum oxudabile* – подберезовик окисляющийся; *Leccinum scabrum* – подберезовик обыкновенный (черноголовик); *Leccinum variicolor* – подберезовик разноцветный); масленок, объединяющий виды: (*Suillus granulatus* - масленок летний (зернистый); *Suillus luteus* – масленок поздний (желтый, настоящий); *Suillus bovinus* – козляк (решетник, масленок бычий, коровяк); польский гриб – *Xerocomus badius* – моховики, *Xerocomus subtomentosus* – моховик зеленый; *Suillus variegatus* - масленок желто-бурый (масленок пестрый, моховик желтый, желто-бурый); колпак кольчатый – *Rozites caperata*; *Tricholoma flavovirens* – зеленушка (зеленка); *Tricholoma portentosum* – рядовка серая (подзеленка); сыроежки, объединяющий виды: (*Russula consobrina* – сыроежка родственная; *Russula cyanoxantha* – сыроежка сине-желтая; *Russula decolorans* – сыроежка сере-

ющая; *Russula nigricans* – сыроежка чернеющая; *Russula paludosa* – сыроежка болотная; *Russula vesca* – сыроежка съедобная (пищевая); *Russula vinosa* – сыроежка винно-красная; *Russula xerampelina* – сыроежка селедочная; *Lactarius deliciosus* – рыжик сосновый (млечник деликатесный).

Существует целый ряд видов, обладающих хорошими съедобными качествами, которые не используются населением по разным причинам. К ним можно отнести:

Boletus regius; *Cortinarius aureoturbinatus*; *C. bovinus*; *C. crassus*; *C. elegans*; *C. laetus*; *C. laniger*; *C. pluviorum*; *C. privignoides*; *C. pumilus*; *C. purpurascens*; *C. violaceus*; *Hygrophorus aureus*; *Lactarius sanguifluus*; *Russula acrifolia*; *R. basifurcata*; *R. blackfordae*; *R. caerulea*; *R. queletii*; *R. roseipes*; *R. violeipes*; *R. viscida*; *Suillus placidus*; *Tricholoma gausapatum*.

Из всех шляпочных грибов, существующих в Беларуси, 38 % составляют грибы, которые являются микоризообразователями деревьев. Особую роль грибы-микоризообразователи играют в формировании устойчивости лесных экосистем, что позволяет их отнести к группе незаменимых ресурсов (виды, выполняющие функциональную роль в биоценозах). Отбор связи гриб–дерево происходил постепенно как по отношению к отдельным древесным породам, так и к их сочетаниям [1, 5, 6].

Существует прямая зависимость между видовым составом микоризных грибов и той растительностью, среди которой они произрастают. Каждый вид гриба приурочен лишь к одной или нескольким определенным ассоциациям, к возрасту древостоя, а также к почвенно-грунтовым и климатическим условиям.

Проведенный скрининг по литературным данным позволил определить виды микоризообразующих агарикоидных грибов, потенциально пригодные для получения штаммов, способных продуцировать чистую мицелиальную культуру грибов. Во многих европейских странах уже давно их используют для внесения в почву с целью формирования устойчивости лесных экосистем.

В Беларуси целесообразно проводить такой поиск среди следующих микоризных грибов: *Amanita citrina* – мухомор поганковидный; *Amanita muscaria* – мухомор красный; *Amanita pantherina* – мухомор пантерный; *Amanita porphyria* – мухомор порфиновый; *Amanita rubescens* – мухомор серо-розовый (краснеющий); *Cantharellus cibarius* – лисичка настоящая; *Laccaria laccata* – лаковица розовая (лаковая); *Paxillus involutus* – свинушка тонкая; *Rozites caperata* – колпак кольчатый; *Russula paludosa* – сыроежка болотная; *Russula vesca* – сыроежка съедобная (пищевая); *Suillus bovinus* – решетник (масленок бычий, козляк); *Suillus granulatus* – масленок летний (зернистый); *Suillus luteus* – масленок поздний (желтый, настоящий); *Suillus variegatus* – масленок желто-бурый (масленок пестрый, моховик желтый, желто-бурый); *Tricholoma flavovirens* – зеленушка (зеленка); *Tricholoma portentosum* – рядовка серая (подзеленка); *Xerocomus badius* – польский гриб; *Xerocomus subtomentosus* – моховик зеленый.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований) (грант Б16-088).

Summary

There are 404 species of mycorrhizal mushrooms belong to the different taxonomical groups grow in Belorussian forests. Mycobiota is an important biological resource and has economic value, and also carry out a significant functional role in creation and maintenance of the biodiversity in biogeocenoses and at the same time gives the genetic material for further biotechnological developments.

Литература

1. Бурова, Л. Г. Изучение грибов как компонента биогеоценоза / Л. Г. Бурова // Программа и методика биогеоценологических исследований / Л. Г. Бурова [и др.]; под ред. Н. В. Дылис. – М.: Наука, 1974. – С. 122–131.
2. Селиванов, И. А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И. А. Селиванов. – М., 1981. – 230 с.
3. Грибные сообщества лесных экосистем / В. А. Мухин [и др.] под общ. ред. В. А. Мухина. – М.-Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 2000. – 36 с.
4. Эволюция и систематика грибов. Теоретические и прикладные аспекты. – Л.: Наука, 1984. – 198 с.
5. Гапиенко, О. С. Хозяйственно значимые виды микоризных грибов сосновых лесов Беларуси / О. С. Гапиенко, Я. А. Шапорова // Актуальные проблемы экологии: материалы VII междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 2011 г. / ГрГМУ; редкол.: Н. П. Канунникова [и др.]. – Гродно, 2011. – С. 29–31.
6. Гапиенко, О.С. Функциональная роль макро- и микромицетов в деструкции растительных остатков / О. С. Гапиенко // Биология, систематика и экология грибов в природных экосистемах и агрофитоценозах: Материалы Междунар. науч. конф. Минск, 20–24 сентября 2004 г. / ГНУИЭБ им. В. Ф. Купревича. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2004. – С. 56–60. УДК 582.29

ЛИХЕНОФЛОРА ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДУДЕРГОФСКИЕ ВЫСОТЫ» (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ) В ИСТОРИЧЕСКОМ КОНТЕКСТЕ

Гимельбрант Д. Е., Степанчикова И. С., Кузнецова Е. С.

Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ), Санкт-Петербург,
Россия, d_brant@mail.ru, stepa_ir@mail.ru, igel_kuzn@mail.ru
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Дудергофские высоты представляют собой возвышенность у верхней бровки Балтийско-Ладожского уступа (глинта). Возвышенность состоит из двух гряд,

объединенных общим цокольным основанием и разделенных сквозной ложбиной. Северная гряда (гора Воронья) имеет абсолютную высоту около 147 м, южная (Дудергофская, Ореховая или Петра I) — большая по площади, достигает высоты 176 м н. у. м. и является самой высокой точкой Санкт-Петербурга и всей юго-западной части Ленинградской области [1]. На протяжении по крайней мере нескольких столетий на склонах Дудергофских высот преобладали сосново-еловые и широколиственно-еловые леса, но во время Великой Отечественной войны и в первые послевоенные годы вся их древесная растительность была уничтожена. Сейчас гряды покрыты широколиственными лесами, соответствующими по составу и структуре зональным широколиственным лесам, произрастающим на 200–300 км южнее [1]. В 1992 г. здесь был учрежден памятник природы «Дудергофские высоты», занимающий площадь 65 га. Даже из приведенной выше краткой ландшафтно-ценотической характеристики территории очевидна высокая степень ее ландшафтно-ценотической уникальности на региональном уровне.

Первые сведения о лишайниках территории, в настоящее время входящей в границы комплексного памятника природы «Дудергофские высоты», относятся к XVIII в.: в «*Flora ingrica...*» С. П. Крашенинникова [2] из Дудергофа указаны лишайники *Lichen islandicus* [= *Cetraria islandica* (L.) Ach.] и *Lichen iubatus*. Вероятнее всего, в современном понимании *Lichen iubatus* — это представитель рода *Bryoria*. Несколько видов — *Lichen jubatus*, *L. chalybeiformis* [= *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.], *Lichen islandicus* [= *Cetraria islandica*], *L. barbatus* [= *Usnea barbata* (L.) F. H. Wigg.], *L. plicatus* [= *U. barbata*] — упомянуто для Дудергофа в работах Г. С. Соболевского [3; 4]. Еще одно достаточно раннее упоминание в литературе лишайников Дудергофа относится к первой половине XIX в.: в работе Й. А. Вейнманна «*Enumeratio stirpium in agro Petropolitano sponte crescentium*» [5] упомянуты виды *Arthonia cinnabarina* (DC.) Wallr. [= *Coniocarpon cinnabarinum* DC.] и *Evernia furfuracea* Mann. [= *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf]. К сожалению, место хранения всех перечисленных гербарных материалов в настоящее время не выявлено — вероятно, они утрачены.

Первые доступные гербарные материалы по лишайнофлоре Дудергофа относятся к периоду с 1898 по 1930 гг. (хранятся в LE), когда в окрестностях Петербурга, в том числе на Дудергофских высотах, активно работал Александр Александрович Еленкин с учениками и коллегами (В. П. Савич, К. А. Рассадина, Н. М. Карташева, М. М. Голлербах). Всего за этот период мы имеем сведения о 79 видах лишайников. Из них 12 видов выявлено нами в результате критической ревизии гербарных материалов [*Anaptychia ciliaris* (L.) Körb., *Calicium viride* Pers., *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng., *Evernia divaricata* (L.) Ach., *Leptogium saturninum* (Dicks.) Nyl., *Nephroma resupinatum* (L.) Ach., *Ochrolechia pallescens* (L.) A. Massal., *Pertusaria leioplaca* DC., *Phlyctis agelaea* (Ach.) Flot., *Scytinium subtile* (Schrad.) Otálora et al., *Verrucaria dolosa* Hepp, *Vulpicida juniperinus* (L.) J.-E. Mattsson et M. J. Lai], остальные виды известны только по данным литературы.

Сведения о лишайниках Дудергофских высот, включая обзор исторических данных,

приведены в относительно недавних работах Н. В. Малышевой [6, 7]. В этих работах по данным литературы и гербарным материалам за период до 1995 г. автор приводит 95 видов, по собственным же сборам 1995–2005 гг. — 61 вид, 31 из которых оказался новым для территории памятника природы.

Всего на настоящий момент для Дудергофских высот по результатам проведенной нами критической ревизии гербарных фондов и литературы известно 120 видов лишайников и калициоидных грибов.

Наши исследования по программе мониторинга природных комплексов Дудергофских высот проведены в октябре 2007, в мае 2011 и в мае 2015 гг. Всего на территории памятника природы обследовано 8 постоянных мониторинговых пробных площадей, заложенных в основных типах растительных сообществ этой ООПТ. Для каждой пробной площади при мониторинговых исследованиях был составлен, по возможности, полный список лишайников и лишенофильных грибов для всех выявленных субстратов; при повторных обследованиях учитывали изменения в составе лишенофлоры отдельно для каждого субстрата. Лишайниковые вещества в образцах талломов некоторых сложных для определения стерильных видов лишайников идентифицированы М. Куквой и И. С. Степанчиковой на базе университета Гданьска с использованием стандартной процедуры тонкослойной хроматографии [8] и систем растворителей А, В и С. Репрезентативные образцы хранятся в гербариях кафедры ботаники биологического факультета СПбГУ (ЛЕСВ), ботанического музея при музее естественной истории университета Хельсинки, Финляндия (Н) и Института Ботаники, г. Вильнюс, Литва (BILAS).

В результате наших исследований в пределах 8 мониторинговых пробных площадей обнаружен 131 вид лишайников, 3 вида лишенофильных сапротрофных грибов (калициоидных и родственных лишайникам) и 5 лишенофильных грибов — всего 139 видов. Из них три вида — *Arthonia helvola* (Nyl.) Nyl., *Chaenotheca brachypoda* (Ach.) Tibell и *Scytinium subtile* — занесены в Красные книги Санкт-Петербурга [9] и Ленинградской области [10]. Впервые для территории памятника природы на 8 постоянных пробных площадях за период с 2007 по 2015 г. обнаружено 74 вида лишайников.

Несмотря на проведенные исследования, 55 видов лишайников остаются известными только по историческим данным, среди них есть целый ряд редких и охраняемых или исчезнувших в городе видов [*Anaptychia ciliaris*, *Calicium viride*, *Chaenotheca stemonea* (Ach.) Müll. Arg., *Evernia divaricata*, *Leptogium saturninum*, *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Nephroma resupinatum*, *Peltigera aphthosa* (L.) Willd., *Pertusaria pertusa* (Weigel) Tuck., *Phlyctis agelaea*, *Ramalina baltica* Lettau и др.]. Таким образом, в целом за последние 100–150 лет в составе лишенофлоры Дудергофских высот произошли существенные изменения, что, в первую очередь, связано с глубокой антропогенной трансформацией лесных сообществ и возросшим загрязнением воздушного бассейна. С другой стороны, за последние восемь лет (мониторинговые исследования на 8 постоянных пробных

площадах) существенных изменений в составе лишайников нами не выявлено, что свидетельствует об относительной стабильности условий обитания и о низкой скорости происходящих естественных изменений в сообществах в этот период.

На настоящий момент за весь период исследований для территории Дудергофских высот имеются сведения о 194 видах лишайников и родственных им грибов, в их числе 185 видов лишайников, 4 вида нелихенизированных сапротрофных грибов (калициоидных и родственных лишайникам) и 5 лихенофильных грибов. Лихенофлора этой территории на рубеже XIX–XX вв., очевидно, была чрезвычайно богата и включала ряд редких стенотопных видов, многие из которых исчезли из пределов Санкт-Петербурга, а некоторые не были найдены нигде более в пределах как Санкт-Петербурга, так и Ленинградской области. Нынешнее биоразнообразие этой территории, по-видимому, в значительной степени обеднено по сравнению с историческим. Тем не менее, лихенофлора Дудергофских высот весьма интересна и разнообразна по сравнению со многими другими территориями в черте города, включает ряд редких видов (в том числе характерных, скорее, для более южных регионов России) и, несомненно, заслуживает внимания и охраны.

Summary

Duderhof Heights Protected area is situated in the southwestern part of Saint-Petersburg and occupies area of 65 ha. It consists of two hills covered by broad-leaved forests. Before Second World War forest vegetation was presented by coniferous forest, but it was totally destroyed in course of military action.

The first records of lichens (2 species) from investigated area were mentioned in “Flora Ingrica...” by S. P. Krasheninnikov in 1761. Later its unique vegetation and neighborhood to Saint-Petersburg attracted attention of many researchers (G. S. Sobolewsky, I. Weinmann, A. A. Elenkin, N. V. Malysheva and others). Thus at the beginning of our investigations we had information about 120 species of lichens inhabiting (or inhabited before!) the Duderhof Heights. We studied the lichen diversity of Duderhof Heights in 2007, 2011, 2015. All types of available substrates within eight permanent sample plots were examined. In total 194 species of lichens and allied fungi have been reported from the area of Duderhof Heights.

Obviously, lichen flora of the area at the beginning of XX century was extremely rich and diverse. It included a number of rare stenotopic species, many of which have disappeared from St. Petersburg, and some have not been found anywhere else within St. Petersburg and Leningrad region. The current lichen diversity of this area appears to be heavily depleted compared with historical one.

Литература

1. Дудергофские высоты — комплексный памятник природы / Под ред. Волковой Е. А., Исаченко Г. А., Храмова В. Н. СПб. – 2006. – С. 86–93.

2. Gorter D. Flora ingrca ex schedis Stephani Krascheninnikow confecta et propriis observationibus aucta. Petropoli. – 1761. – P. 173–178.
3. Sobolewskj G. Flora Petropolitana. Petropoli. – 1799. – 354 p.
4. Соболевский Г. Санктпетербургская флора. Ч. II. СПб. – 1802. – 424 с.
5. Weinmann I. Enumeratio stirpium in agro Petropolitano sponte crescentium. Petropoli. – 1837. –P. 133–156.
6. Малышева Н. В. Лишайники окрестностей С.-Петербурга. 6. Современное состояние и изменение флоры лишайников Дудергофских высот за период 1799–2003 годы // Новости систематики низших растений. – 2005. – Т. 38. – С. 226–237.
7. Малышева Н. В. Лишайники // Дудергофские высоты — комплексный памятник природы / Под ред. Волковой Е. А., Исаченко Г. А., Храмова В. Н. СПб. – 2006. – С. 86–93.
8. Orange A., James P. W., White F. J. Microchemical methods for the identification of lichens. London: British Lichen Society. – 2001. – 101 p.
9. Приложениекраспоряжению№94-рот21.07.2014Комитетапоприродопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга «Об утверждении перечня объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Санкт-Петербурга». СПб. – 2014. – 31 с.
10. Красная книга природы Ленинградской области. Т. 2. Растения и грибы. СПб.: Мир и Семья. – 2000. – 672 с.

УДК 582.29

ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И СОЗОЛОГИЧЕСКИЙ (ПРИРОДООХРАННЫЙ) АНАЛИЗ ЛИХЕНОБИОТЫ ПАРМЕЛИОИДНЫХ ЛИШАЙНИКОВ БЕЛАРУСИ

Голубков, В. В.

УО “Гродненский государственный университет им. Я. Купалы”, Гродно, Беларусь,
vgolubkov@tut.by

Первые исследования пармелиоидных лишайников (ПЛ), как и всей лишенобиоты республики в целом, были начаты на территории западной части Беларуси французским ботаником Ж. Э. Жилибером [16], который указал 6 видов, представлявших род *Parmelia* до середины 20 века.

В конце 19 века (1888-1890 гг.) польскими исследователями на территории “Беловежской пуши” (Беларусь) было указано 140 видов лишайников, среди которых 6 оказались из рода *Parmelia* [13]. В начале 20 века издана одна из крупнейших к тому времени монография А. А. Еленкина [6], в которой объединены все известные к тому времени исследования по лишенобиоте Восточной части Европейской России, представленные в 3-х родах: *Cetraria*, *Parmelia* и *Menegazzia*.

До 1973 года в основных трудах, посвященных изучению лишенобиоты Беларуси [4,7,8,9,10] ПЛ были охвачены в пределах только 2-х родов (см. таблицу 1.) и 1 семейства

Parmeliaceae. В 1973 году позиции некоторых видов *Parmelia* (*P. physodes*) и *Cetraria* (*C. eleurites*) пересмотрены и представлены в родах *Hypogymnia* и *Parmeliopsis* [5]. Через 5 лет после исследований W. L. Culberson и C. F. Culberson [14], Н. Krog [19] и В. W. Hale et al. [17] на территории НП “Беловежская пуща” отмечено еще несколько видов из родов *Cetrelia* и *Punctelia* [1]. Таким образом, к концу 20 века ПЛ уже были включены в 2 семейства (*Hypogymniaceae*, *Parmeliaceae*) и 7 родов: (*Cetrelia* (2 вида), *Hypogymnia* (3), *Menegazzia* (1), *Parmelia* (16), *Parmelina* (1) *Parmeliopsis* (3), *Pseudevernia* (1), *Punctelia* (1).

В 2011 году [2, 22] ПЛ представлены в уже 16 родах: *Arctoparmelia* (1 вид), *Cetrelia* (2), *Flavoparmelia* (1), *Hypogymnia* (4), *Hypotrachyna* (1), *Imshaugia* (1), *Melanelixia* (4), *Melanohalea* (3), *Menegazzia* (1) *Parmelia* (3), *Parmelina* (1), *Parmeliopsis* (2), *Parmotrema* (2), *Pleurosticta* (1) *Pseudevernia* (1), *Punctelia* (1), *Xanthoparmelia* (5). Лишайники рода *Melanelia* были представлены уже в родах *Melanelixia* *Melanohalea*, а такой облигатный эпилитный лишайник, как *Melanelia soorediata*, оказался единственным видом этого рода [18].

На сегодняшний день, с учетом текущих публикаций [3,11,18,20,21], видовой состав ПЛ представлен 43 видами, входящими в состав 18 родов (см. таблицу 1.).

Таблица 1. Распределение родов и количества видов пармелиоидных лишайников на территории Беларуси в различные периоды исследований.

№	Названия родов	Количество видов различных родов, представленных в разные периоды исследований							
		1936 1937	1965	1973	1987	2011	2011*	2015	2016
1.	<i>Arctoparmelia</i> Hale						1		1
2.	<i>Cetrelia</i> W. L. Culb. & C. F. Culb.				2	2	2		3
3.	<i>Flavoparmelia</i> Hale					1	1		1
4.	<i>Hypogymnia</i> (Nyl.) Nyl.			3	3	2	4		4
5.	<i>Hypotrachyna</i> (Vain.) Hale					1	1	2	2
6.	<i>Imshaugia</i> S.L.F. Meyer					1	1		1
7.	<i>Melanelia</i> Essl.						8		1
8.	<i>Melanelixia</i> O. Blanco et al.					4			4
9.	<i>Melanohalea</i> O. Blanco et al.					3			5
10.	<i>Menegazzia</i> A. Massal.			1	1	1	1		1
	<i>Neofuscelia</i> Essl.						3		
11.	<i>Parmelia</i> Ach.	22	22	16	16	2	3		5
12.	<i>Parmelina</i> Hale					1	1		1
13.	<i>Parmeliopsis</i> (Nyl.) Nyl.	3	3	3	3	2	1		2
14.	<i>Parmotrema</i> A. Massal.					1	2	2	2
15.	<i>Pleurosticta</i> Petrak					1	1		1
16.	<i>Pseudevernia</i> Zopf				1	1	1		1
17.	<i>Punctelia</i> Krog				1	1	1	2	2
18.	<i>Xanthoparmelia</i> (Vain.) Hale					2	2		6
Итого 18 родов		25	25	23	27	26	34	6	43
Примечание. Периоды (годы) публикаций литературных источников по лишайникам: 1936, 1937 – [9]; 1965 – [4]; 1973 – [5]; 2011 – [2]; 2011* – [22]; 2015 – [15, 20]; 2016 [3,11]									

Использование информации по молекулярно-генетическому анализу в систематике лишайников [12, 15] стало поводом к пересмотру более ранних публикаций по ПЛ Европы, особенно по их таксономии. Последнее послужило стимулом для ревизии многих проблемных видов ПЛ Беларуси [3,11,20].

Созологический анализ.

Результат созологического анализа ПЛ Беларуси показал, что из 43 видов ПЛ 17 представлены в Красной книге РБ. Из них 7 родов оказались в основном составе, а 6 включены в Приложение (таблица 2.). Три лишайника (*Hypotrachyna afrorevoluta* (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow, *Parmotrema perlatum* (Huds.) M. Choisy, *Punctelia jeckeri* (Roum) Kalb), ставших уже объектами Красных списков соседних республик и стран Центральной Европы, были рекомендованы в кандидаты в последующее издание Красной Книги РБ.

Таблица 2. Созологический анализ пармелиоидных лишайников

№	Название родов	Состояние охраны лишай-ников в Беларуси в различ-ные периоды (год)						Состояние охраны лишай-ников в европейских стра-нах на 2016 год	Всего к-во ПЛ видов		
		1993		2005		2015				2016	
		о	о	п	о	п	о			п	
1.	<i>Cetrelia</i>		1		1		1		3		
2.	<i>Hypogymnia</i>			2		2		2	4		
3.	<i>Hypotrachyna</i>	1	1		1		2	<i>H. revoluta</i> s. str. (E – P (Л. обл.); CR – Ч, Б; VU – Г; LC – В) <i>H. afrorevoluta</i> (LC – В, Б)	2		
4.	<i>Melanelia</i>	1	1		1		1		1		
5.	<i>Melanohalea</i>			1		1		1	5		
6.	<i>Menegazzia</i>	1	1		1		1		1		
7.	<i>Parmelia</i>			1		1		1	5		
8.	<i>Parmelina</i>			1		1		1	1		
9.	<i>Parmeliopsis</i>		1		1		1		2		
10.	<i>Parmotrema</i>	1	1		1		2	<i>P. perlatum</i> (E – E; CR – Ч, С; П, Л, Б; R – У, P; VU – Ш); <i>P. stuppeum</i> [EN (Г, И, П); R – Ч; CR – А; EN – Ш; VU – Б]	2		
11.	<i>Pleurosticta</i>					1		1	1		
12.	<i>Punctelia</i>	1	1		1		2	<i>P. subrudecta</i> s. str. (DD – П, CR – Б); <i>P. jeckeri</i> (VU – П; CR – Б)	2		
13.	<i>Xanthoparmelia</i>			1		1		1	6		
Итого		5	7	6	7	7	10	7	43		

Примечание: о – виды включенные в состав Красной книги; п – Приложение Красной книги РБ; Категории охраны: EN – Красная книга ЕС; E – вымерший; RE – регионально вымерший; CR – критически угрожаемый – ; R – редкий; VU – уязвимый; LC – требующий внимание; DD – данные недостаточны. Сокращение названий стран Европы: А – Австрия; В – Великобритания; Е – Эстония; Ч – Чехия; С – Словакия; П – Польша; Л – Литва; Б – Беларусь; У – Украина; Р – Россия; Ш – Швейцария; Г – Германия; И – Италия.

Таким образом, результаты проделанной работы показали, что количество видов ПЛ за 80 прошедших лет возросло с 25 (1936 г.) до 43 (2016 г.) и с 2 родов до 17. Как показал созологический анализ, *Hypotrachyna afrorevoluta*, *Parmotrema perlatum* и *Punctelia jeckeri* в некоторых центрально-европейских, в соседних с республикой странах, а также и в самой Беларуси оказались критически угрожаемыми видами и, по-видимому, требуют охраны на протяжении всего ареала равнинных территорий Восточной Европы.

Summary

The work is dedicated to the study of the parmelioid lichens of Belarus and their protection.

Литература

1. Голубков, В. В. Видовой состав и структура лишенофлоры государственного заповедно-охотничьего хозяйства «Беловежская пушча». Ч.1. Видовой состав и структура лишенофлоры Беловежской пушчи. Анот. список / В. В. Голубков; ИЭБ АН БССР. – Минск, 1987. – 85 с. Деп. в ВИНТИ 22.04.1987, N 2829 – В87
2. Голубков, В. В. Лишениобиота Национального парка «Припятский» / В. В. Голубков. – Минск: Беларус. Дом печати, 2011. – 192 с.
3. Голубков, В. В. Обзор и ревизия лишайников рода *Hypotrachyna* (Vainio) Hale (Parmeliaceae, Lichenized Ascomycota) / В. В. Голубков, П. Н. Белый, А. Г. Цуриков // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 44 /Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси – Минск: Институт радиологии, 2015. – С. 3–13.
4. Горбач, Н. В. Определитель листоватых и кустистых лишайников БССР / Н. В. Горбач. – Минск: Наука и техника, 1965. – 180 с.
5. Горбач, Н. В. Определитель лишайников Беларуси / Н. В. Горбач. – Минск: Наука и техника, 1973. – 180 с.
6. Еленкин, А. А. Флора лишайников России. Часть 1. / А. А. Еленкин. – Юрьев: Типография К. Маттисена, 1906. – 183 с.
7. Крейер, Г. К. К флоре лишайников Могилевской губернии / Г. К. Крейер. – Юрьев: Труды Спб. Бот. сада, 1913. – Т. XXXI. – 440.
8. Окснер, А. Н. Материалы к флоре лишайников Белоруссии. Предварительное сообщение /А. Н. Окснер // Вісн. Київ. ботан. саду, 1924. – Вып. 1. – С. 27–36.
9. Томин, М. П. Определитель лишайников БССР, ч.1. Кустистые и листоватые формы / М. П. Томин. – Минск: из-во АН БССР, 1936. – 92 с.
10. Bachmann, E. Litauische Flechten / E. Bachmann, Fr. Bachmann // Hedwigia, 1920. – Bd. LXI. – N 6. – S. 319-342.
11. Bely P., New data on distribution and ecology of lichen *Parmotrema stuppeum* (Parmeliaceae, lichenized Ascomycota) in Belarus / P. Bely // Bot. Lith., 2016. – Vol. 22 (1). – P. 93-95.
12. Blanco, O. Molecular phylogeny of parmotremoid lichens (Ascomycota, Parmeliaceae) / O. Blanco, A. Crespo, P. K. Divakar, J. A. Elix, H. T. Lumbsch // Mycologia, 2005. – Vol.

97. – P. 150-159.

13. Blonski, Fr. Sprawozdanie z wycieczki botanicznej do puszczy Białowieskiej w lecie 1887 roku / Fr. Blonski, K. Drimmer, A. Ejsmond // Pam. Fizyogr, 1888. – T. 8. – dz. 3. – S. 96-103.

14. Culberson, W. L. The lichen genera *Cetrelia* and *Platismatia* (Parmeliaceae) / W. L. Culberson, C. F. Culberson / Washington: Smithsonian Institution Press. – 1968. (Contributions from the United States National Herbarium). – Vol. 34 Pt. 7.

15. Crespo, A. A molecular approach to the circumscription and evaluation of some genera segregated from *Parmelia* s. lat. / A. Crespo, O.F. Cubero // Lichenologist, 1998. – Vol. 30. – P. 369–380.

16. Gilibert J. E. Flora lithuanica inchoata, seu Enumeratio plantarum Quas Circa Grodnam coll'egit et determinavit Joannes Emmanuel Gilibert / J. E. Gilibert // Grodnae: Typis S.R.M., 1781. – Primae collectionis. – S. 98, 118 – 119.

17. Hale, B. W. Hale's list of epithets in the parmelioid genera / B. W. Hale, P. T. DePriest, E. Mason // Bryologist, 1999. – Vol. 102. – P. 462–544.

18. Hawksworth, D.L. A first checklist of parmelioid and similar lichens in Europe and some adjacent territories, adopting revised generic circumscriptions and with indications of species distributions / D.L. Hawksworth, O. Blanco, P. K. Divakar, T. Ahti, A. Crespo // The Lichenologist. – 2008. – Vol. 40. – P. 1–21.

19. Krog, H. Evolutionary trends in foliose and fruticose lichens of the Parmeliaceae / H. Krog // Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 1982. – Vol. 52. – P. 303-311.

20. Tsurykau, A. The genera *Hypotrachyna*, *Parmotrema* and *Punctelia* (Parmeliaceae, lichenized Ascomycota) in Belarus / A. Tsurykau, V. Golubkov, P. Bely // Herzogia. – 2015. – Vol. 28, № 2. – P. 735–745.

21. Yatsyna A. The first contribution to lichens, lichenicolous and allied fungi from Braslav lakes national park (NW Belarus) / A. Yatsyna // Botanica Lithuanica, 2011. – Vol. 17(4). – P. 177–184

22. Yurchenko E.O. Lichens of Belarus: an illustrated electronic handbook. – Minsk: 2011. K. E. Dovgailo.

УДК 574.21

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СУБСТРАТА ТЯЖЕЛЫМИ
МЕТАЛЛАМИ НА РАЗМЕРЫ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ ГРИБОВ В ГОРОДСКИХ
ЭКОСИСТЕМАХ**

Гордеева И. В.

Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Российская Федерация, ivgord@mail.ru

Биоиндикация традиционно относится к числу наиболее популярных методов экологического мониторинга вследствие относительно несложной методики исследования, достаточно высокой эффективности и разнообразия видов живых организмов, которые

могут использоваться в качестве тест-объектов. К сожалению, потенциал использования в качестве подобных объектов высших базидиальных грибов до сих пор недостаточно изучен, несмотря на повсеместное распространение представителей данного царства, в том числе и в антропогенно измененных условиях, а также популярность базидиомицетов, включая дикорастущие, в качестве продуктов питания у значительной части населения многих стран, в том числе России

Являясь неотъемлемым компонентом разнообразных лесных и парковых экосистем, шляпочные грибы в полной мере подвергаются воздействию всех стрессовых факторов, включая загрязнение атмосферы и особенно почвенного покрова ионами тяжелых металлов – цинка, кадмия, свинца, ртути и др. Известно, что многолетний мицелий обладает способностью активно поглощать данные компоненты из почвы, вследствие чего концентрация ряда токсичных для организма человека металлов в плодовых телах грибов нередко превышает аналогичные показатели для субстрата, что позволяет ряду исследователей рекомендовать некоторые виды с наиболее интенсивной абсорбционной способностью к использованию в качестве естественных биоремедиаторов [6]. В то же время плодовые тела грибов, произрастающих вблизи предприятий металлургической отрасли промышленности, автострад с интенсивным транспортным потоком и даже эксплуатируемых рудных месторождений, могут быть токсичными для человеческого организма [7, 9-10]. Многочисленными исследованиями с использованием атомно-эмиссионного анализа показано, что концентрация ионов ряда тяжелых металлов, в первую очередь, свинца и кадмия в плодовых телах грибов положительным образом коррелирует с содержанием данных ионов в почве, но в то же время носит видоспецифичный характер и не зависит от съедобности (несъедобности) конкретного вида грибов с точки зрения человека [8-9]. Гораздо больше дискуссий вызывает вопрос о влиянии концентраций ионов тяжелых металлов в субстрате на основные количественные характеристики плодовых тел – массу, высоту и диаметр шляпки. По мнению ряда исследователей, повышенное содержание свинца, кадмия, ртути и других металлов в почве оказывает угнетающее воздействие на плодовые тела [4], в то же время существуют данные о наличии стимулирующего эффекта или же об отсутствии какой-либо зависимости вообще [8]. Очевидно, что, как уже отмечалось выше, реакция грибов на данный стресс-фактор может носить видоспецифичный характер.

В настоящей работе исследовалось влияние повышенных концентраций металлов в субстрате на массу, высоту и диаметр шляпки у трех видов грибов – шампиньона двукольцевого *Agaricus bitorquis*, шампиньона полевого *Agaricus arvensis* и навозника белого *Coprinus comatus*, собранных с разных участков в пределах территории г. Екатеринбурга, крупного индустриального и делового центра с интенсивным транспортным потоком, входящего в число наиболее загрязненных городов РФ. Сбор материала осуществлялся вдоль автострад и на территории городских парков на протяжении августа–сентября 2015

г. Ранее с использованием метода вытеснения было показано, что плодовые тела шампиньона двукольцевого, собранные на придорожной и парковой территории, значительно отличаются по концентрации содержащихся в них тяжелых металлов, что может быть использовано для качественной биоиндикации [2]. В данном случае нас интересовало влияние содержания тяжелых металлов в субстрате на количественные показатели плодовых тел. Выборка из придорожной территории включала 144 плодовых тела *Ag.bitorquis*, 79 – *Ag. arvensis* и 92 – *C.comatus* в возрасте 2-3 суток; выборка из парковой зоны: 154 плодовых тела *Ag.bitorquis*, 76 – *Ag. arvensis* и 144 – *C.comatus*. Для измерения использовались неповрежденные экземпляры массой от 20 до 100 г. Обработанные результаты измерений представлены в Табл.1

Таблица 1. Влияние территории произрастания на параметры плодовых тел грибов

Вид грибов	Средняя масса плодовых тел, г		Средний диаметр шляпки, мм		Средняя высота, мм	
	придорожная зона	парковая зона	придорожная зона	парковая зона	придорожная зона	парковая зона
<i>Agaricus bitorquis</i>	52,57±2,21	55,62±2,51	59,83±1,10	55,72±1,07	60,20±1,62	56,28±1,11
<i>Agaricus arvensis</i>	39,84±2,12	42,44±3,19	61,16±1,03	62,63±1,01	65,30±1,20	59,65±1,13
<i>Coprinus comatus</i>	35,76±2,03	45,72±2,16	33,87±1,02	37,79±1,18	122,93±3,15	122,10±3,21

Как следует из данных Табл.1, достоверные различия по массе плодовых тел грибов парковой и придорожной территории наблюдаются только для навозника белого, причем плодовые тела грибов, собранные в экологически более благополучной местности, отличаются значительно большей массой, что согласуется с данными об ингибирующем влиянии тяжелых металлов на рост грибов [3, 9]. В то же время по средней высоте плодовых тел грибов данного вида никаких различий не наблюдается, а различия в диаметре шляпки незначительны, хотя и в этом случае большие значения фиксируются для экземпляров из парковой зоны. Исходя из этого, можно предположить, что *Coprinus comatus* обладает некоторым потенциалом, позволяющим рекомендовать его в качестве тест-объекта для биоиндикации, но при этом следует ориентироваться исключительно на массу плодовых тел, так как другие измеренные параметры малоинформативны. Что касается двух видов шампиньонов, то достоверных различий по массе плодовых тел грибов, собранных на разных территориях, не было выявлено, несмотря на некоторое превышение значений средней массы для грибов из парковой зоны. Однако средний диаметр шляпки и высота плодового тела большие у грибов из экологически неблагополучной территории для *Ag.bitorquis*, а для *Ag. arvensis* этот показатель отличается только для высоты плодового тела, причем и в данном случае большая величина характерна для грибов из придорож-

ной территории. Таким образом, подтверждается упомянутый ранее тезис о видоспецифичной реакции грибов на содержание в субстрате тяжелых металлов, в том числе и в отношении различных количественных параметров плодовых тел.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать выводы о возможности использования широко распространенных и толерантных к антропогенно измененным условиям видов грибов в качестве тест-объектов для биоиндикации содержания в почве тяжелых металлов, но в то же время следует учитывать видовую принадлежность грибов и неоднозначную реакцию на загрязнение субстрата, которая может проявляться как в угнетающем, так и в стимулирующем эффекте воздействия тяжелых металлов на рост плодовых тел.

Summary

This paper is devoted to evaluation of some fruiting bodies parameters of mushrooms growing in the park area and the roadside area. It was shown that the soil contamination effect on the fruiting bodies sizes depends on the species of fungus.

Литература

1. Бакайтис В. И., Басалаева С. Н. Содержание макро- и микроэлементов в дикорастущих грибах Новосибирской области // Техника и технологии пищевых производств. – 2009. – Т. 32. – С. 73–76.
2. Гордеева М. А., Гордеева И. В. Качественная оценка содержания тяжелых металлов в плодовых телах шампиньонов в антропогенно измененных условиях // ФЖН-Наука. – 2015. – № 8. – С. 5–7.
3. Иванов А. И., Костычев А. А., Скобанев А. В. Аккумуляция тяжелых металлов и мышьяка базидиомами макромицетов различных эколого-трофических и систематических групп // Поволжский экологический журнал. – 2008. – № 3. – С. 190–199.
4. Королев Ю. В., Степанцев В. В., Вахранева О. П. и др. Аккумуляция тяжелых металлов лесными грибами в Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета. – 2014. – Вып. 1. – С. 78–85.
5. Отмахов В. И., Петрова Е. В., Пушкарева Т. Н. и др. Атомно-эмиссионная методика анализа грибов на содержание тяжелых металлов и использование ее для экомониторинга // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 6. – С. 44–48.
6. Chauhan D., Suhalka Ch. Potential of *Agaricus bisporus* for bioremediation of different heavy metals // Journal of Chemical, Biological, Physical and Science Security. – 2014. – Vol. 4. – N 1. – P. 338–341.
7. Dan N. Heavy metal biosorption by mushrooms // Natural Product Radiance. – 2005. – Vol. 4(5). – P. 454–459.
8. Kalac P., Svoboda L., Havlickova B. Content of cadmium and mercury in edible mushrooms // Journal of Applied Biomedicine. – 2004. – Vol. 2. – P. 15–20.

9. Svoboda L., Kalac P. Contamination of two edible *Agaricus* spp. mushrooms growing in town with cadmium, lead and mercury // *Bulletine of Environmental Contamination Toxicology* .– 2003. – Vol. 71. – P. 123-130.
10. Yilmaz F., Isiloglu M., Merdivan M. Heavy metal levels in some microfungi // *Turkish Journal of Botany*. – 2003. – Vol. 27. – P. 45-56.

УДК 579:582.28

МИКОБИОТА ВОЗДУХА ХРАНИЛИЩ ДОКУМЕНТОВ НА МИКРОФОРМАХ

Горяева А. Г., Мамаева Н. Ю.

Российская национальная библиотека, Федеральный центр консервации библиотечных фондов, Россия, Санкт-Петербург, fcc@nlr.ru

Фонд микроформ Российской национальной библиотеки насчитывает около 500 тысяч единиц хранения различной тематики на русском и иностранных языках. Около 40 % фонда представлено микрофильмами, а остальные – документами на микрофишах. Документы на микроформах составляют более 1,3 % от всего фонда библиотеки.

Микроформы (микрофильмы, микрофиши) представляют собой фотокопии документов, выполненные с уменьшением в десятки раз на фотопленке. Издания на микроформах занимают особое место во всем массиве документов библиотеки. Их отличают долговечность, значительная информационная емкость и компактность хранения информации при небольших физических размерах. Документы на микроформах позволяют сэкономить место для хранения документов, защитить печатные издания от быстрого износа при интенсивном чтении или копировании.

Факторы, влияющие на долговечность пленочного материала, определяются, прежде всего, условиями хранения. Для документов на микроформах требуется особый режим хранения, регламентированный стандартами ГОСТ 7.65-92, ГОСТ 13.1.203-84. В силу особенностей назначения и использования, негативы хранят отдельно от позитивов.

Длительное хранение микрофильмов показало, что они могут быть поражены микроорганизмами вплоть до полного разрушения эмульсионного слоя – носителя информации. При неправильном хранении в случае возникновения биоповреждения основной ущерб микрофильмам наносят плесневые грибы, которые способны развиваться на всех типах пленок [1, 2, 5].

Сохранность документов в большой степени зависит от состояния воздуха хранилищ, компонентами которого являются споры микроорганизмов. Количественный и качественный состав микроорганизмов рассматривается как один из показателей экологического состояния хранилища.

В течение 4 лет (с 2012 по 2015 гг.) исследована микобиота воздушной среды двух хранилищ фонда микроформ Российской национальной библиотеки. Микроформы долговременного хранения (негативы) находятся в хранилище № 1, в котором с помощью кондиционера поддерживается температурный режим на уровне 14–16 °С. Относительная влажность воздуха изменялась от 27 % зимой до 66 % летом. Хранилище № 2, где находятся рабочие микроформы (пользовательские копии), не оборудовано системой кондиционирования, но для регулирования температурно-влажностного режима применяется проветривание. Температура воздуха колебалась от 10 до 25 °С, а относительная влажность – от 21 до 64 % в зависимости от сезона. В обоих хранилищах микроформы хранятся в контейнерах из бескислотного картона в металлических шкафах.

Пробы воздуха отбирали с помощью пробоотборника Mas-100 Есо на уровне пола в четырех точках в каждом хранилище. Отбор проб проводили параллельно на агаризованные среды Чапека-Докса, Сабуро и среду с дихлораном и глицерином (DG-18).

Споры плесневых грибов постоянно присутствуют в воздушной среде, их содержание до 500 КОЕ/м³ во внутренней среде жилых и общественных помещений является нормой, утвержденной ВОЗ [7]. В обследованных хранилищах нормы ВОЗ превышены не были. Количество микроорганизмов в хранилище № 1 не превышало 220 КОЕ/м³, в хранилище № 2 – 320 КОЕ/м³. Только по одному разу за исследованный период зараженность воздуха в хранилищах № 1 и № 2 повышалась до 390 КОЕ/м³ и 490 КОЕ/м³ соответственно (рис. 1 и 2). Наибольшая концентрация микромицетов в воздухе хранилищ отмечалась ежегодно с мая по октябрь.

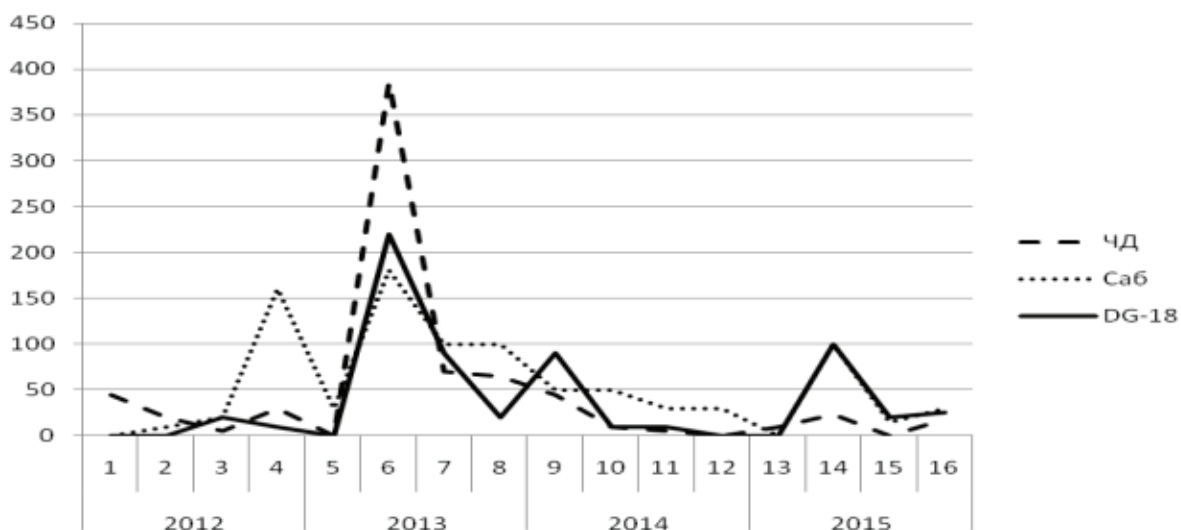


Рисунок 1. Количество микромицетов (КОЕ/м³), выделенных из воздуха хранилища № 1 на среды Чапека-Докса (ЧД), Сабуро (Саб) и DG-18

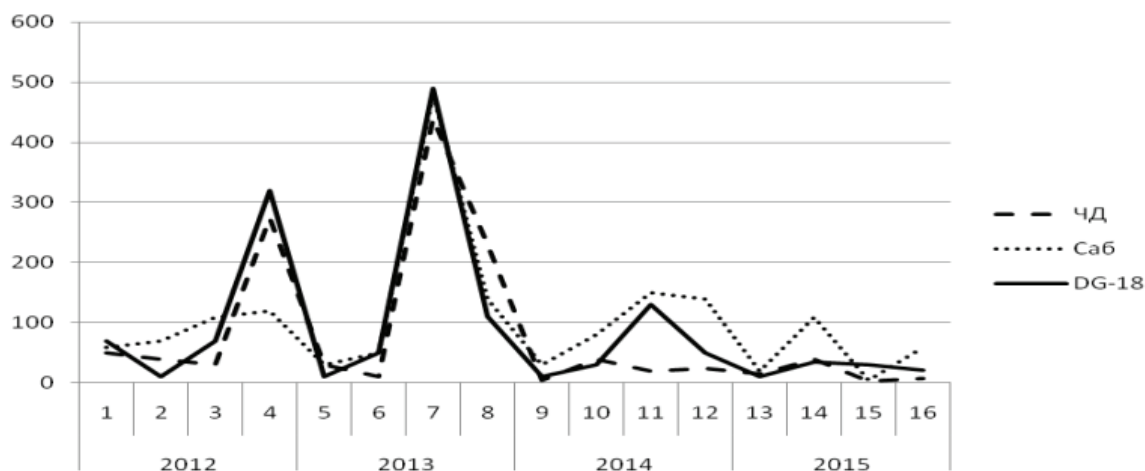


Рисунок 2. Количество микромицетов (КОЕ/м³), выделенных из воздуха хранилища № 2 на среды Чапека-Докса (ЧД), Сабуро (Саб) и DG-18

Микробиота воздушной среды хранилищ фонда микроформ представлена, в основном, микроскопическими грибами. В 15–26 % случаев из воздуха хранилищ были выделены бактерии и актиномицеты. Всего изолировано 52 вида микромицетов: в хранилище № 1 выявлено 38 видов грибов из 16 родов, в хранилище № 2 – 45 видов, принадлежащих к 17 родам (рис. 3 и 4).

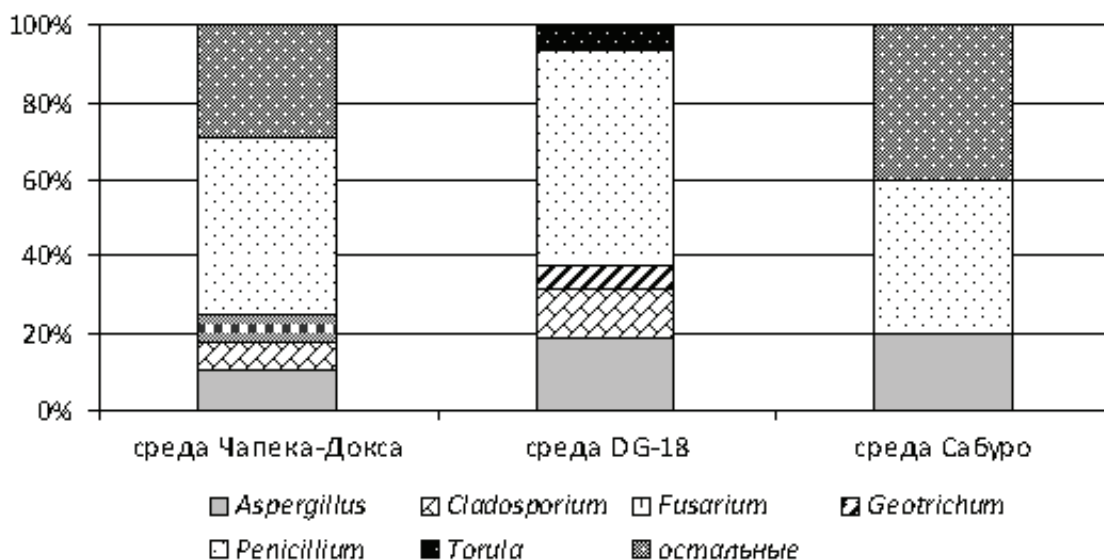


Рисунок 3. Доля родов микромицетов (%), выделенных из воздуха хранилища № 1

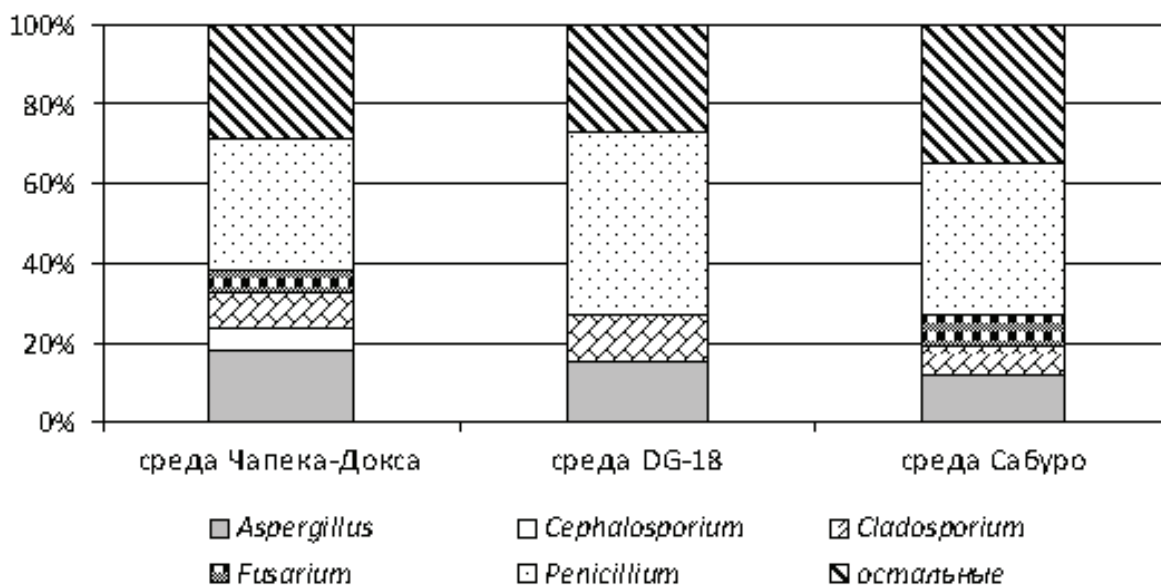


Рисунок 4. Доля родов микромицетов (%), выделенных из воздуха хранилища № 2

В воздушной среде обоих хранилищ по видовому разнообразию преобладали микромицеты родов *Aspergillus* (7 видов) и *Penicillium* (21 вид). По частоте встречаемости в хранилище № 1 преобладали *Aspergillus niger*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium cyclopium*, *Torula herbarum*, а в хранилище № 2 – *Aspergillus niger*, *A. sydowii*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium brevicompactum*, *P. commune*, *P. cyclopium*, *Torula herbarum*.

Структура комплексов доминирующих (встречаемость выше 50 %) и часто встречающихся (встречаемость 10–50 %) видов микромицетов, выделенных из воздушной среды обоих хранилищ, представлена в таблице 1.

Видовое разнообразие микромицетов в хранилище № 2 выше, чем в хранилище № 1, что вызвано температурно-влажностным режимом хранения и возможностью попадания микроорганизмов с уличным воздухом во время проветривания.

В обоих хранилищах на всех трех средах отмечена высокая частота встречаемости *Aspergillus niger*, *Cladosporium cladosporioides*, *Penicillium cyclopium*, *P. commune*. Реже на всех средах встречались *Aureobasidium pullulans*, *Aspergillus fumigatus*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium funiculosum*, *P. herquei*, *P. decumbens*, *Paecilomyces variotii*.

Микромицеты *Cladosporium herbarum* и *Penicillium brevicompactum* изолировали со среды DG-18 почти также часто, как со среды Чапека-Докса.

Преимущественно на среде Чапека-Докса развивались *Alternaria alternata*, *Aspergillus ustus*, *Penicillium frequentans*, представители рода *Fusarium*. Со среды Сабуро чаще выделяли *Geotrichum candidum*, *Torula herbarum*, *Aspergillus sydowii*, *Penicillium purpurogenum*. Микромицет *Penicillium solitum* в основном изолировали со среды DG-18.

Таблица 1. Структура комплексов микромицетов, выделенных из воздуха хранилищ

Хранилище № 1	Хранилище № 2
Доминирующие виды	
–	<i>Geotrichum candidum</i>
Часто встречающиеся виды	
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus niger</i>
–	<i>Aspergillus sydowii</i>
–	<i>Cladosporium cladosporioides</i>
–	<i>Cladosporium herbarum</i>
<i>Geotrichum candidum</i>	–
–	<i>Penicillium brevicompactum</i>
–	<i>Penicillium commune</i>
<i>Penicillium cyclopium</i>	<i>Penicillium cyclopium</i>
<i>Torula herbarum</i>	<i>Torula herbarum</i>

Исследовано видовое сходство между сообществами микромицетов воздушной среды двух хранилищ при выделении на различные питательные среды. Коэффициент Серенсена K_s [6] при использовании среды Чапека-Докса был равен 0,61, Сабуро – 0,57, DG-18 – 0,48, что подтверждает достаточно тесную связь между микобиотой хранилищ с различными способами поддержания микроклимата.

Многие из выделенных микроскопических грибов при определенных условиях могут активно развиваться на бумажной упаковке микроформ, а также повреждать полимерную основу и желатиновый слой микроформ. По данным [5], наиболее активными грибами, способными разжижать желатину, являются *Geotrichum candidum*, *Scopulariosis sp.*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium chrysogenum*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*. Причем желатиназная активность *Geotrichum candidum* в 4 раза выше, чем у остальных исследованных микромицетов.

Следует отметить, что видовой состав грибов, изолированных нами из воздуха хранилищ фонда микроформ, характеризовался наличием микромицетов, относящихся по уровню биологической опасности (Biosafety Levels, BSL) к группе BSL 1 (распространенные в природе виды, в принципе, безопасные для здоровых людей) и BSL 2 (потенциальные возбудители глубоких микозов человека) [3, 4]. В основном выделены виды, относящиеся к группе BSL 1: *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *A. sydowii*, *Chrysosporium pannorum*, *Trichoderma viride* и несколько видов, относящихся к группе BSL 2: *Paecilomyces variotii*, *Aspergillus fumigatus*.

Summary

Microbial deterioration is a problem in microform collections. Fungi can cause infections on the gelatin emulsion and polymer base of both positive and negative film material. Mycobiota of air in two microform storages was studied. The air samples were taken from the storages with different climate conditions during 4 years. It was found that the average fungal contamination of air in both storages was less than 500 CFU/m³. The fungi of 52 species were isolated and identified. *Aspergillus* and *Penicillium* were predominant in the air. In most cases active fungi indicated a future risk for the microform collection.

Литература

1. Биоповреждения документов на пленочных носителях и методы борьбы с ними: Мет. пособ. / Сост. Л. Ф.Малышева. – М.: Главархив СССР. 1989. 35 с.
2. Бурдыгина Г. И., Воробьева Л. И., Горелов Е. П. и др. Антисептическая защита фильмофильмовых материалов// Советские архивы. – 1989. – № 1. – С. 74–76.
3. Марфенина О. Е. Опасные плесени в окружающей среде// Природа. – 2002. – № 11. – С. 33–38.
4. Марфенина О. Е. Распространение потенциально патогенных микромицетов в окружающей среде // Проблемы медицинской микологии. – 2000. – Т. 2, – № 2. – С. 36–37.
5. Мокеева В. Л. Способ оценки состояния хранилищ по результатам микробиологического анализа воздуха и поверхности стен // Советские архивы. – 1989. – № 1. С. 72–73.
6. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир. 1992. 194 с.
7. WHO. Indoor air quality: biological contaminants. Report on a WHO meeting // Copenhagen: WHO Regional publications. – 1990. – № 31. – P. 1–67.

УДК 582.284

COMMUNICATION WITH THE PUBLIC AS A SOURCE OF NEW DATA ON RARE AND PROTECTED FUNGI SPECIES IN LATVIA

Daniele I., Meiere D.

Latvian Museum of Natural History; inita.daniele@ldm.gov.lv; diana.meiere@ldm.gov.lv

Mycological knowledge on fungus diversity and distribution of species in Latvia is very scarce but with growing pressure of human activities on natural diversity, more information on mycoflora is needed. There are very few professional mycologists in Latvia, and mostly they are specialists in some specific economically important fields – forestry, crop phytopathology etc. Only two mycologists of the Latvian Museum of Natural History (LMNH), authors of this summary, are working on the diversity of macrofungi. Currently we are looking for possibilities to find new ways of getting additional information, for example, encouraging the general public to get interested in mushrooms and help to fill in some gaps in data on fungi in Latvia.

The Latvian Museum of Natural History makes a collection of local mycoflora and works to raise public awareness on biological diversity and conservation in general, and mushrooms in particular. Public interest in mushrooms (mostly edible) is very high in our country, and the museum is the main place where people can get mushrooms identified (by samples, photos, descriptions on phone). The public interest grows considerably during the Mushroom exhibition organised by the museum annually, and museum has got numerous additions for its mycological herbaria from the visitors of the exhibition. For example, in 2013 several specimens of new species of Boletales for Latvia – *Boletellus projectellus* – was brought by visitors from different localities along the sea coast.

Another organization working in close connection to the museum is the Latvian Mycological Society which was founded in 2003. Both professional and amateur mycologists and mushroom pickers are members of the society and during the years since its creation, several amateur mycologists have become experts in different areas of mycology. It is very helpful to professionals in acquiring and gathering information from public.

Every year the Mycological society organizes spring and autumn mushroom forays and field trips for enthusiasts and amateurs. During such an event a new species of Boletales for Latvia was discovered in 2012 – *Boletus pulverulentus*. Shortly after that foray the member of the society found species considered extinct in Latvia for many decades (included in category 0 of Red Data book) – *Trichaster melanocephalus*. The locality is inside the borders of Riga city.

To draw public's attention to certain fungus species, the Mycological society nominates the Fungus of the Year. It may earn such an honour for different reasons: it could be rare and protected species, newly discovered in our country, exceptionally beautiful or strange-looking, highly poisonous or even destructive (wood rot). As a result of additional information and interest from general public, we have acquired valuable data on several species. In 2006 the fungus of the year was protected *Sarcosoma globosum*, and since then we got six new localities of this species. The most successful Fungus of the year was *Boletellus projectellus*; information received from the public helped mycologists to find out the ways how this invasive species reached Latvia and what is its distribution now. Fungus of the year 2016 is *Amanita strobiliformis*, and the first report about this fungus had already been received at the beginning of the year.

Forestry specialists and biotope experts during the evaluation of potential key biotopes regularly find rare and protected fungi species (*Rhodotus palmatus*, *Tremiscus helvelloides*, *Strobilomyces floccopus*, *Polyporus umbellatus*), sometimes even discovering new species for Latvia (for example, extremely rare polypore species *Pycnoporellus alboluteus* was found in 2014). NGO "Dabas retumu krātuve" (Latvian Nature Heritage Fund) members considerably contributed to the knowledge of oak-inhabiting fungi, for example *Hapalopilus croceus*, *Fistulina hepatica*.

Another source of valuable information on the distribution of fungal species is a nature observations portal dabasdati.lv where everyone is welcome to share their observations in nature – report on wild plants, animals and fungi. Reports on rare wood inhabiting fungi (*Phellinus ferrugineofuscus*, *Phellinus nigrolimitatus*) come from that site. We bear in mind that in this case misidentification is possible, so we include only reports from people who have previous experience with identification of these species, and in cases of rare species we are looking to get samples for the collection.

Recently public interest in possibilities of cultivating of truffles in Latvia has increased, and it resulted in numerous reports on hypogeous species. The fungi collection of the museum now has samples of *Gautieria graveolens*, *Choiromyces meandriformis* and other rare species.

With the increasing amount of information the necessity to review the list of protected species arises. Some of the species are considered very rare, but in reality were just overlooked by mycologists, and some other newly found species have to be included in it in order to create a basis for their legal protection.

ЭПИФИТНЫЕ ЛИШАЙНИКИ Г. МИНСКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В БИОИНДИКАЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Добыш К.В., Гаевский Е. Е., Шевелева О. А.

Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, gaevski@rambler.ru

Одним из специфических методов мониторинга загрязнения окружающей среды является биоиндикация – определение степени загрязнения геофизических сред с помощью живых организмов, биоиндикаторов. Живые индикаторы не должны быть слишком чувствительными и слишком устойчивыми к загрязнению. Необходимо, чтобы у них был достаточно продолжительный жизненный цикл. Важно, чтобы такие организмы были широко распространены, причем каждый вид должен быть приурочен к определенному местообитанию [1].

Лишайники вполне отвечают всем этим требованиям. Они реагируют на загрязнение иначе, чем высшие растения. Долговременное воздействие низких концентраций загрязняющих веществ вызывает у лишайников такие повреждения, которые не исчезают вплоть до гибели их слоевищ. Это, видимо, связано с тем, что лишайники возобновляют свои клетки очень медленно, в то время как у высших растений поврежденные ткани заменяются новыми достаточно быстро [2].

Цель настоящей работы – провести оценку загрязнения воздушной среды г. Минска на основании анализа эпифитной лишайнобиоты.

В 2015 г. были проведены исследования эпифитной лишайнофлоры на трех площадках города Минска с примерно одинаковыми условиями биотической и абиотической среды (состав и структура фитоценозов, форма рельефа, увлажнение, освещенность и т. п.).

Площадка № 1 – линейная посадка между водохранилищем Дрозды и проспектом Победителей. Расположенная на окраине города, в северо-западной ее части. С учетом розы ветров, данная площадка является самой экологически благополучной зоной г. Минска.

Площадка № 2 – участок в парке Победы, ограниченный Комсомольским озером, проспектами Победителей и Машерова. Парк расположен в центральной части города. Соседство парка с двумя оживленными автомагистралями обуславливает нагрузку выхлопных газов.

Площадка № 3 – участок в парке им. 900-летия г. Минска, ограниченный Чижовским водохранилищем и улицей Ташкентской. Парк расположен в Заводском районе, юго-восточной части города. Преобладание ветров западной четверти и общий наклон местности к юго-востоку (перепады высот до 60 м) обуславливают перенос загрязненных воздушных масс со всего города в северо-восточные части Минска. Кроме того, ря-

дом с парком располагаются заводы «Минский автомобильный завод» и «Минский завод колесных тягачей».

Оценка встречаемости эпифитных лишайников проводилась при маршрутном обследовании участков мониторинга г. Минска в 2015 г. Для анализа были выбраны виды деревьев, встречающиеся на всех трех площадках исследования.

Определение проективного покрытия лишайников проводилось способом «линейных пересечений» на высоте 150 см от земли.

В качестве опытных площадок были выбраны участки 1, 2, 3, описанные ранее. На каждой площадке исследования было выбрано по 20 деревьев *Acer platanoides* (клен остролистный) примерно одного возраста с диаметром ствола 80–90 см. А также учтено, что условия среды, в которой они растут, примерно одинаковые (форма рельефа, увлажнение, освещенность).

В результате мониторинга был определен видовой состав и проведен анализ лишайнобиоты г. Минска. Был выявлен 21 вид эпифитных лишайников, принадлежащих к 4 семействам: Lecanoraceae, Parmeliaceae, Physciaceae, Teloschistaceae. При этом Lecanoraceae (2 рода, 3 вида, 14 %), Parmeliaceae (6 родов, 6 видов, 29 %), Physciaceae (3 рода, 9 видов, 43 %), Teloschistaceae (2 рода, 3 вида, 14 %).

Из 21 вида эпифитных лишайников, описанных для г. Минска, 1 вид (4,8 %) является единично встречающимся, 3 вида (14,8 %) – редкими, 5 видов (23,3 %) – обычными и 12 видов (57,1 %) – часто встречающимися.

Среднее количество видов в пределах площадки исследования равно 20. Лишайники равномерно распределены между площадками исследования.

При анализе на предмет предпочтительности заселения стволов деревьев определенными видами лишайников наибольшее число лишайников обнаружено на *Acer platanoides* и *Betula pendula* – по 20 видов, меньше видов лишайников было найдено на *Salix alba* – 14 видов. Из представленных данных видно, что на наиболее населенных лишайниками видах деревьев больше редких и единично встречающихся видов.

В таблице 1 приведен список видов эпифитных лишайников с указанием видов форофита, на которых определенный вид был отмечен. Арабскими цифрами приводятся номера площадок исследования, на которых присутствует данный вид лишайника. Римские цифры соответствуют частоте встречаемости вида (доля деревьев, где встречались лишайники, от общего числа обследованных деревьев): I – единично, II – редко (2–20 %), III – обычно (21–60 %), IV – часто (>61 %).

Таблица 1. Встречаемость эпифитных лишайников в г. Минске

Вид лишайника	Вид дерева			№ площадок исследования	Частота встречаемости
	Acer platanoides	Betula pendula	Salix alba		
<i>Usnea hirta</i>	-	+	-	1	I
<i>Melanelixia fuliginosa</i>	+	+	-	1,2,3	II
<i>Physconia grisea</i>	+	+	-	1,2,3	II
<i>Caloplaca cerina</i>	+	-	-	1,2	II
<i>Lecanora allophana</i>	+	+	+	1,2,3	III
<i>Lecidella euphorea</i>	+	+	+	1,2,3	III
<i>Evernia prunastri</i>	+	+	-	1,2,3	III
<i>Melanohalea exasperatula</i>	+	+	-	1,2,3	III
<i>Physconia distorta</i>	+	+	-	1,2,3	III
<i>Lecanora carpinea</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Нypogymnia physodes</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Parmelia sulcata</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Physcia adscendens</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Physcia dubia</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Physcia stellaris</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Physcia tenella</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Physcia tribacia</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Xanthoria parietina</i>	+	+	+	1,2,3	IV
<i>Xanthoria polycarpa</i>	+	+	+	1,2,3	IV

Редкий для урбанизированных территорий вид *Usnea hirta* был обнаружен на участке № 1. Присутствие этого редкого лесного вида указывает на высокую чистоту атмосферы, относительно невысокие концентрации загрязняющих веществ в атмосфере на этой площадке.

Характеристика жизненных форм растений является неотъемлемой частью экологического анализа флоры. Современные жизненные формы лишайников являются результатом чрезвычайно длительного процесса их адаптации к природным условиям исследуемой территории. Поэтому изучение жизненных форм лишайников является важной задачей [3].

Так, к классу накипных (St) было отнесено 4 вида, или 19 %, листоватых (Fl) – 15 видов, или 71,4 %, кустистых (Fc) – 2 вида, или 9,5 %.

Среди биоморф лишайников преобладают эвритопные виды (17 видов, или 81 %). Мезофитных лесных таксонов, обитателей влажных и тенистых местообитаний, насчитывается 2 вида (9,5 %). К исключительно эпифитным видам в составе лишайнобиоты относится 2 вида (9,5 %).

В лишайнобиоте г. Минска выделено 3 географических элемента: неморальный (12 видов, 57,1 %), мультizonальный (5 видов, 23,8 %), бореальный (4 вида, 19 %).

Определение проективного покрытия лишайников проводилось способом «линейных пересечений» на высоте 150 см от земли.

В качестве опытных площадок были выбраны участки 1, 2, 3, описанные ранее. На каждой площадке исследования было выбрано по 20 деревьев *Acer platanoides* (клен остролистный), примерно одного возраста, с диаметром ствола 80–90 см. А также учтено, что условия среды, в которой они растут, примерно одинаковые (форма рельефа, увлажнение, освещенность). Результаты измерения записаны в виде таблицы 2.

Таблица 2. Общее проективное покрытие на участках мониторинга

Вид лишайника	№ площадки						Класс полеотолерантности
	1		2		3		
	R (%)	Балл	R (%)	Балл	R (%)	Балл	
<i>Lecanora allophana</i>	0,5	0	1,6	1	1,8	1	8
<i>Hypogymnia physodes</i>	5,6	3	7,2	3	4,4	2	7
<i>Melanohalea exasperatula</i>	2,7	1	-	-	2,2	1	6
<i>Parmelia sulcata</i>	4,2	2	-	-	3,6	2	7
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	7,5	3	4,2	2	8,3	3	7
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	6,2	3	15,4	4	14,6	4	9
<i>Physcia adscendens</i>	19,4	4	8,7	3	18,5	4	7
<i>Physcia dubia</i>	4,1	2	-	-	-	-	7
<i>Physcia stellaris</i>	3,5	2	4,8	2	3,6	2	9
<i>Physcia tenella</i>	21,3	5	5,1	3	16,4	4	7
<i>Physcia tribacia</i>	-	-	13,1	4	-	-	7
<i>Physconia grisea</i>	6,4	3	3,5	2	-	-	6
<i>Xanthoria parietina</i>	2,1	1	5,1	3	2,7	2	8
<i>Xanthoria polycarpa</i>	0,8	0	1,5	1	1,1	1	7
Сумма значений	82,3	29	70,2	27	77,2	26	

Проанализировав полученные расчеты полеотолерантности (IP), можно прийти к выводу, что все площадки располагаются в нижней границе зоны борьбы (IP 7–10), с годовой концентрацией SO_2 0,08–0,10 мг/м³. Выявленные показатели концентрации SO_2 не соответствуют данным ГУ «Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», так как среднегодовые концентрации серы диоксида (SO_2) находились в пределах 0,1–0,6 ПДК (0,005–0,03 мг/м³).

Summary

The study of epiphytic lichen flora at three different sites located in the city of Minsk has been conducted in 2015. The monitoring allowed to determine the species composition and to assess the lichen biota in Minsk. 21 species of epiphytic lichens were identified as belonging to four families: Lecanoraceae, Parmeliaceae, Physciaceae, Teloschistaceae. The lichen coverage area and the designed IP index were also measured in this study.

Литература

1. Жукова А. А., Мاستицкий С. Э. Биоиндикация качества природной среды. – Мн.: БГУ, 2014. – 112 с.
2. Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.
3. Цуриков А. Г. Лишайники юго-востока Беларуси (опыт лишеномониторинга). – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 276 с.

УДК 582.28:502.753

НОВЫЕ РЕГИСТРАЦИИ ОХРАНЯЕМЫХ В БЕЛАРУСИ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ

Жданович С. А.¹, Лукин В. В.¹, Углянец С. А.¹, Китель Д. А.²

1. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАНБ, Минск, Беларусь, zhsa82@mail.ru
2. Брестское областное отделение общественной организации «Ахова птушак Бацькаўшчыны», kitelden@gmail.com

В Красную книгу Республики Беларусь [1] включено 34 вида грибов, требования по охране мест произрастания которых законодательно закреплены [2]. Из числа охраняемых грибов 13 видов относятся к эколого-трофической группе дереворазрушающих грибов, развивающихся на живых деревьях (биотрофы) или древесных остатках (ксилотрофы) в лесах Беларуси.

Известно, что видовое богатство дереворазрушающих грибов в лесных экосистемах возрастает с увеличением количества и размера древесных остатков [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Также установлена положительная связь между размером древесных остатков и количеством плодоносящих видов дереворазрушающих грибов [14, 15, 16, 17]. Таксономический состав ксилофильной микобиоты зависит от качественных характеристик древесного субстрата, таких как степень разложения [18, 19, 20], древесная порода [16], расположение относительно поверхности почвы [21] и размер [22, 23].

Ксилофильные грибы являются наиболее уязвимым компонентом микобиоты, поскольку в сильной степени зависят не только от общего экологического режима фитоценозов, но и от частоты и интенсивности проведения в лесах лесохозяйственных мероприятий, связанных с удалением древесного опада (в особенности крупных древесных остатков) и ослабленных деревьев, приводящих к сокращению количества пригодного для заселения субстрата.

Выявление новых мест произрастания охраняемых видов дереворазрушающих грибов и передача их под охрану способствуют снижению фрагментации и удаленности потенциальных биотопов данных видов, увеличению площади их популяций и возможности распространения на прилегающие территории.

В данной работе приводятся сведения по местам произрастания охраняемых видов дереворазрушающих грибов, не вошедших в последнее издание Красной книги Республики Беларусь [1] и выявленных в ходе полевых работ в 2015 и 2016 гг.

Характеристика биотопа включала лесоводственно-таксационное описание насаждений, для субстрата указывались: тип (растущие деревья или древесные остатки), породный состав, категория состояния для растущих деревьев (I – без признаков ослабления; II – ослабленные; III – сильно ослабленные; IV – усыхающие; V – сухостой текущего года (свежий); VI – сухостой прошлых лет) по [4], диаметр (средний диаметр – для валежной древесины и пней, диаметр на высоте 1,3 м – для растущих деревьев), стадия разложения (для валежной древесины и пней) по шкале разложения валежной древесины, модифицированной нами [24] на основе шкалы стадий разложения валежника ели, предложенной В. Г. Стороженко [25]. Идентификация собранных образцов грибов осуществлялась с помощью светового микроскопа с использованием определителей [26, 27]. Препараты мицелия и генеративных элементов грибов готовились с использованием 5 % раствора КОН, реактива Мельцера и метилового синего (Cotton Blue). Часть собранных образцов охраняемых видов грибов хранится в гербарии Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купчевича НАН Беларуси (MSK-F). Названия таксонов грибов приводятся по [28].

По результатам проведенных исследований выявлено 35 новых мест произрастания 5 видов афиллофоровых дереворазрушающих грибов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, 28 мест произрастания находятся в границах особо охраняемых природных территорий: национального парка «Браславские озера», республиканских ландшафтных заказников «Красный бор» и «Ельня», республиканского биологического заказника «Ружанская пуца», местного биологического (зоологического) заказника «Гусак», памятника природы местного значения «Парк «Горни» (таблица 1).

Таблица 1. Характеристика выявленных мест произрастания и субстрата охраняемых видов грибов

Название вида № образца в гербарии MSK-F (при наличии)	Место выявления вида: район*, ООПТ***	Лесоводственно-таксационная характеристика мест произрастания				Характеристика субстрата***			
		Тип леса	Состав	Возраст	Полнота	Т	П	Д, см	КС или СП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Dentipellis fragilis</i> (Pers.) Donk MSK-F 12311	Росс., КБ	Е. кис.	5Е1С2Б 1Ос1Ол(ч)	80	0,5	вал.	Ол(ч)	55	3
<i>Fomitopsis rosea</i> (Alb. & Schwein.) P. Karst.	Леп., ББЗ	Е. кис.	4Е1С3Ос 2Б	75	0,7	вал.	Е	50	2
<i>F. rosea</i>	Леп., ББЗ	Е. кис.	5Е4Ос1Б +С	75	0,8	вал.	Е	21-48	2
<i>F. rosea</i>	Леп., ББЗ	Е. кис.	9Е1Ос1Б	80	0,7	вал.	Е	31	2
<i>F. rosea</i>	Леп., ББЗ	Е. кис.	8Е1Ос1Б	80	0,6	вал.	Е	26	2
<i>F. rosea</i>	Леп., ББЗ	Е. кис.	5Е3С1Б 1Ос	75	0,8	вал.	Е	16-48	2, 3
<i>F. rosea</i>	Леп., ББЗ	Е. кис.	8Е1Ос1Б +Ол(с), С	130	0,7	вал.	Е	32	2
<i>F. rosea</i>	Верх.	Е. сн.	6Е3Ос 1Ол(ч)	100	0,6	вал.	Е	60	2

<i>F. rosea</i>	Миор., Е	Ол. тав.	8Ол(ч)1Ос 1Е	65	0,8	вал.	Е	30	2
<i>F. rosea</i> MSK-F 12334	Росс., КБ	Е. пр.- тр.	5Е3Ол(ч) 1Б1Ос	90	0,5	вал.	Е	32	2
<i>F. rosea</i>	Росс., КБ	С. мш.	10С	90	0,7	вал.	Е	40	3
<i>F. rosea</i>	Росс., КБ	Е. пр.- тр.	5Е2С2Б 1Ол(ч)	100	0,7	вал.	Е	38	2
<i>F. rosea</i> MSK-F 12326	Росс., КБ	Е. чер.	4Е2С3Б 1Ол(ч)	80	0,7	вал.	Ос	22	2
<i>F. rosea</i> MSK-F 12353	Росс., КБ	Е. чер.	5Е3С2Б	115	0,7	вал.	Е	40	3
<i>F. rosea</i> MSK-F 12345	Росс., КБ	Е. пр.- тр.	5Е1С1Б 1Ос1Ол(ч)	105	0,7	вал.	Е	28-30	2, 3
<i>F. rosea</i> MSK-F 12322	Росс., КБ	С. мш.	8С2Б+Е	80	0,7	вал.	Е	32	2
<i>F. rosea</i>	Росс., КБ	Е. кис.	6Е2Б2Ос	90	0,7	вал.	Е	30	2
<i>F. rosea</i> MSK-F 12327	Росс., КБ	Б. ор.	6Б2Ос2Е	20, ед. Е – 70	0,6	вал.	Е	32	2
<i>F. rosea</i> MSK-F 12356	Росс., КБ	Е. чер.	4Е1С3Б 2Ол(с)	80	0,7	вал.	Е	42	2
<i>F. rosea</i> MSK-F 12355	Росс., КБ	Е. чер.	7Е2Б1Ос	110	0,7	вал.	Е	40	3
<i>F. rosea</i>	Росс., КБ	Е. кис.	5Е2С2Б 1Ол(ч)	90	0,6	вал.	Е	32	3
<i>F. rosea</i>	Мин.	С. ор.	10С+Е, Б	60	0,8	вал.	Е	36	3
<i>F. rosea</i>	Мин.	Д. сн.	4Д4Е2Лп	130	0,5	вал.	Е	48	2
<i>F. rosea</i>	Брас., БО	Е. кис.	7Е3С	100	0,6	вал.	Е	15-40	3
<i>F. rosea</i>	Пруж., РП	Д. кис.	5Д3Е1Ос 1Б	80	0,6	вал.	Е	26	2
<i>F. rosea</i>	Осип.	Е. чер.	5Е2С1Д1Б 1Ос	80	0,7	вал.	Е	48	2
<i>Ganoderma lu- cidum</i> (Curtis) P. Karst.	Лид., ПГ	Линейная посадка деревьев между полями				жив.	Д	50	III
<i>G. lucidum</i>	Бор., ББЗ	Я. кис.	4Я6Ол(ч)	110	0,6	вал.	Лщ	10	2
<i>G. lucidum</i>	Миор., Е	Ол. тав.	8Ол(ч)1Ос 1Е	65	0,8	пень	Ол (ч)	40	3
<i>Русноporus cinnabari- nus</i> (Jacq.) P. Karst. MSK-F 12320	Росс., КБ	Опушка леса вблизи лесовозной дороги				пор. ост.	Ос	10	2
<i>P. cinnabarinus</i>	Росс., КБ	Опушка леса вблизи лесовозной дороги				пор. ост.	Б	8	2
<i>P. cinnabarinus</i>	Мал., Г	С. чер.	10С	5	-	пор. ост.	Б	5	2
<i>P. cinnabarinus</i>	Гом.	Вырубка прошлого года				пор. ост.	Б	6	2
<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr.	Мин.	С. ор.	10С	70	0,7	раст.	С	32	II
<i>S. crispa</i>	Мин.	С. ор.	10С+Е, Б	65	0,7	раст.	С	30	II

Примечания:

* сокращения районов: Бор. – Борисовский, Брас. – Браславский, Верх. – Верхнедвинский, Гом. – Гомельский, Леп. – Лепельский, Лид. – Лидский, Мал. – Малоритский, Мин. – Минский, Миор. – Миорский, Осип. – Осиповичский, Пруж. – Пружанский, Росс. – Россонский;

** сокращения особо охраняемых природных территорий (ООПТ): ББЗ – Березинский биосферный за-

поведник, БО – национальный парк «Браславские озера», Г – местный биологический (зоологический) заказник «Гусак», Е – республиканский ландшафтный заказник «Ельня», КБ – республиканский ландшафтный заказник «Красный бор», ПП – памятник природы местного значения «Парк «Горни», РП – республиканский биологический заказник «Ружанская пуша»;

*** характеристика субстрата: Т – тип (раст. – растущее дерево, сух. – сухостой, вал. – валеж); П – порода (Б – береза, Д – дуб, Е – ель, Лп – липа, Лщ – лещина, Ол (с) – ольха серая, Ол (ч) – ольха черная, Ос – осина, С – сосна); Д – диаметр; КС – категория состояния (I...VI), СР – стадия разложения (1...5).

Ниже рассмотрены особенности экологических условий выявленных мест произрастания и биологии охраняемых видов грибов в них.

Dentipellis fragilis (Pers.) Donk (Дентипеллис ломкий) был выявлен в единственном месте произрастания на территории Россонского района в ненарушенном ельнике кисличном, где он произрастал на типичном субстрате – на лишенном коры валеже ольхи черной. В Витебской области *D. fragilis* ранее был отмечен только в Лепельском районе на территории Березинского биосферного заповедника.

Fomitopsis rosea (Alb. & Schwein.) P. Karst. (Фомитопсис розовый, или Розовый трутовик) был отмечен в лесах различных формаций и типов, в составе древесного опада которых имелись крупные древесные остатки ели. Наиболее подходящим субстратом для вида является валеж ели 2-й стадии разложения с диаметром 30 см и более, на котором число базидиом гриба достигало 20 шт. и более. На стволах меньшего диаметра вид встречался значительно реже и менее обильно, а на валеже 3-й стадии разложения преобладали отмершие плодовые тела. Наибольшая встречаемость вида отмечена нами в ельниках Березинского биосферного заповедника, где он был выявлен в каждом из обследованных выделов, что вполне объяснимо, поскольку *F. rosea* является индикатором старых (девственных) лесов [29]. Впервые в Беларуси *F. rosea* был выявлен на валеже осины в Россонском районе. О возможности произрастания этого вида на лиственных породах и, в частности, на осине в Европе (Северная Швеция) указано также в [27]. В Верхнедвинском, Миорском, Россонском и Минском районах *F. rosea* был выявлен впервые.

Ganoderma lucidum (Curtis) P. Karst. (Ганодерма блестящая, или Лакированный трутовик). Живые базидиомы гриба были отмечены живом на сильно ослабленном дубе черешчатом и на валежном стволе лещины. Древесные остатки лещины являются нетипичным субстратом для *G. lucidum*, и на данной древесной породе в Беларуси вид отмечен впервые. На пне ольхи черной 3-й стадии разложения нами были отмечены только отмершие базидиомы. Находка *G. lucidum* в линейной посадке деревьев между полями в памятнике природы «Парк «Горни» свидетельствует о возможности развития гриба вне лесных массивов (в парках, скверах, зеленых насаждениях и др.). В Борисовском (в т. ч. в Березинском биосферном заповеднике) и Миорском районах *G. lucidum* выявлен впервые. Находка в Лидском районе является первой для Гродненской области.

Russporogus cinnabarinus (Jacq.) P. Karst. был приурочен к мелким фракциям мертвой древесины в виде порубочных остатков. Касательно экологического режима мест произрастания вида характерна его приуроченность к открытым, лучше освещенным участкам леса (опушки леса, несомкнувшиеся лесные культуры, опушки леса), на что также указывают результаты наших прошлых исследований и данные из других источников [29].

С учетом вышесказанного, рубки ухода в лесных насаждениях с оставлением порубочных остатков под пологом леса могут оказывать положительный эффект на распространение *P. cinnabarinus* за счет снижения полноты древостоя и увеличения количества пригодного для заселения субстрата. В Малоритском и Гомельском районах *P. cinnabarinus* был выявлен впервые.

Sparassis crispa (Wulfen) Fr. был повторно выявлен в лесах Боровлянского лесничества Боровлянского спецлесхоза, характеризующихся высокой рекреационной нагрузкой. Видом были заселены ослабленные деревья сосны в орляковых типах сосновых лесов, обладающих низкой устойчивостью по отношению к корневым биотрофам.

Полученные по результатам настоящей работы дополнительные данные по экологии охраняемых видов дереворазрушающих афиллофоровых грибов могут быть использованы для разработки мероприятий по охране, восстановлению и поиску новых мест их произрастания. На 19 мест произрастания охраняемых видов грибов оформлены и направлены в территориальные органы Минприроды охранные документы (паспорта мест произрастания и охранные обязательства).

Summary

35 new records of 5 species of the protected wood-decomposing aphylloroid fungi (*Dentipellis fragilis*, *Fomitopsis rosea*, *Ganoderma lucidum*, *Pycnoporus cinnabarinus* and *Sparassis crispa*), included in the Red Data Book of the Republic of Belarus were discovered. The ecology of protected fungi in new habitats was studied. The results can be used for development protecting measures, rehabilitation and search of new habitats of these rare and protected fungi.

Литература

1. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
2. Охрана окружающей среды и природопользование. Растительный мир. Правила охраны дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, и мест их произрастания: ТКП 17.05-01-2014 (02120). _ Введ. 22.05.2014. – Минск: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 2014. – 114 с.
3. Allen R. B. [et al.] Composition and diversity of fungi on decaying logs in a New Zealand temperate beech (*Nothofagus*) forest // *Canadian Journal of Forest Research*. – 2000. – Vol. 30. – P. 1025–1033.
4. Berglund H., Jonsson B. G. Verifying an extinction debt among lichens and fungi in Northern Swedish boreal forests // *Conservation Biology*. – 2005. – Vol. 19. – P. 338–348.
5. Edman M. [et al.] Spore deposition of wood-decaying fungi: importance of landscape composition // *Ecography*. – 2004. – Vol. 27. – P. 103–111.
6. Heilmann-Clausen J., Christensen M. Wood-inhabiting macro-fungi in Danish beech-forests - conflicting diversity patterns and their implications in a conservation perspective // *Biological Conservation*. – 2005. – Vol. 122. – P. 633–642.
7. Humphrey J. W. [et al.] The importance of conifer plantations in northern Britain as a habitat

- for native fungi // *Biological Conservation*. – 2000. – Vol. 96. – P. 241–252.
8. Ódor P. [et al.] Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in seminatural beech forests in Europe // *Biological Conservation*. – 2006. – Vol. 131. – P. 58–71.
9. Penttilä R., Siitonen J., Kuusinen M. Polypore diversity in managed and old-growth boreal *Picea abies* forests in southern Finland // *Biological Conservation*. – Vol. 117. – P. 271–283.
10. Schmit J. P. Species-richness of tropical wood-inhabiting macrofungi provides support for species-energy theory // *Mycologia*. – 2005. – Vol. 97. – P. 751–761.
11. Similä M. [et al.] Co-variation and indicators of species diversity: can richness of forest-dwelling species be predicted in northern boreal forests? // *Ecological Indicators*. – 2006. – Vol. 6. – P. 686–700.
12. Sippola A-L., Renvall P. Wood-decomposing fungi and seed-tree cutting: A 40-year perspective // *Forest Ecology and Management*. – 1999. – Vol. 115. – P. 183–201.
13. Sippola A-L., Mönkkönen M., Renvall P. Polypore diversity in the herb-rich woodland key habitats of Koli National Park in eastern Finland // *Biological Conservation*. – 2005. – Vol. 126. – P. 260–269.
14. Bader P., Jansson S., Jonsson B. G. Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forests // *Biological Conservation*. – 1995. – Vol. 72. – P. 355–362.
15. Lindblad I. Wood-inhabiting fungi on fallen logs of Norway spruce: relations to forest management and substrate quality // *Nordic Journal of Botany*. – 1997. – Vol. 18. – P. 243–255.
16. Lindhe A., Asenblad N., Toresson H. Cut logs and high stumps of spruce, birch, aspen and oak - nine years of saproxylic fungi succession // *Biological Conservation*. – 2004. – Vol. 119. – P. 443–454.
17. Renvall P. Community structure and dynamics of wood-rotting basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland // *Karstenia*. – 1995. – Vol. 35. – P. 1–51.
18. Рипачек В. Биология дереворазрушающих грибов. – М.: Лесная промышленность, 1967. – 274 с.
19. Частухин В. Я., Николаевская М. А. Биологический распад и ресинтез органических веществ в природе / В. Я. Частухин. – Л.: Наука, 1969. – 326 с.
20. Lange M. Sequence of macromycetes on decaying beech logs // *Persoonia*. – 1992. – Vol. 14. – P. 449–456.
21. Boddy L. Fungal community ecology and wood decomposition processes in angiosperms: from standing tree to complete decay of coarse woody debris // *Ecological Bulletins*. – 2001. – Vol. 49. – P. 43–56.
22. Heilmann-Clausen J., Christensen M. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests // *Forest Ecology and Management*. – 2004. – Vol. 201. – P. 105–117.
23. Robertson P. A., Bowser Y.H. Coarse woody debris in mature *Pinus ponderosa* stands in Colorado // *Journal of the Torrey Botanical Society*. – 1999. – Vol. 126. – P. 255–267.
24. Пугачевский А. В., Жданович С. А. Запасы, размерная структура и степень разложения древесных остатков в некоторых типах сосновых, еловых и березовых лесов // Труды БГТУ. Сер. I. Лесн. хоз-во. Минск, 2007. – Вып. 15. – С. 366–370.

25. Стороженко В. Г. Датировка разложения валежника ели // Экология. – 1990. – № 6. – С. 66–69.
26. Phillips R. Mushrooms and other fungi of Great Britain & Europe / R. Phillips. – London: Pan Books, 1981. – 288 p.
27. Ryvarden L. Poroid fungi of Europe / L. Ryvarden, I. Melo // Synopsis Fungorum. – 2014. – Vol. 31. – 455 p.
28. Index Fungorum [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.indexfungorum.org> – Date of access: 28.07.2016.
29. Ниемеля Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России. Хельсинки: Norrlinna 8, 2001. – 120 с.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке БРФФИ (договор Б15М-039), Международного фонда поддержки дикой природы «Красный бор» (договор 94/15).

УДК 630*443.3

ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ *HUMENOSCYPHUS FRAXINEUS* В ЛЕСАХ МИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ И СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Звягинцев В. Б.¹, Баранчиков Ю. Н.², Серая Л. Г.³, Стороженко В. Г.⁴,
Чеботарева В. В.⁵, Чеботарев П. А.⁵, Ярук А. В.¹

1. Белорусский государственный технологический университет, Беларусь, Минск, zviagintsev@belstu.by, smile_04@mail.ru
2. Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, Россия, baranchikov-yuri@yandex.ru
3. Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Россия, Igseraya@gmail.com
4. Институт лесоведения РАН, lesoved@mail.ru
5. Филиал Теллермановское опытное лесничество Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института лесоведения РАН, Россия

Hymenoscyphus fraxineus (T. Kowalski) Baral, Queloz, Hosoya – патогенный аскомицет, возбудитель инфекционного некроза ветвей, инвазивный ареал которого стремительно расширяется в Европе, иницируя массовое усыхание ясеневых насаждений. Выявлено, что проникновение патогена в растение-хозяин происходит через листовую пластинку, далее инфекция распространяется по черешку и передается в побеги [1, 2, 3]. После опадения листвы на поверхности пораженных листовых черешков ясеня формируется черная псевдосклеротическая пластинка [4, 5, 6], на которой впоследствии образуются апотеции [6, 7]. Распространение инфекции происходит в летний период при помощи переносимых ветром аско-спор. Несмотря на широкую распространенность болезни в насаждениях Беларуси и России [8, 9], количественная характеристика полового спороношения *H. fraxineus* в литературе еще не описана.

С этой целью в 2016 году нами были заложены учетные площадки на постоянной пробной площади (ППП) кафедры лесозащиты и древесиноведения БГТУ в Негорельском лесничестве Негорельского учебно-опытного лесхоза (НУОЛХ), а также на двух ППП, заложенных Стороженко В. Г. и Чеботаревым П. А. в Теллермановском опытном лесничестве (ТОЛ). Описание объектов представлено в таблице. На площадках размером 1x1 м был проведен учет количества черешков ясеня обыкновенного в листовом отпаде. Количество учетных площадок в Негорельском лесничестве – 24, в Теллермановском опытном лесничестве – 15. Обследование в Теллермановском опытном лесничестве проводили 6–7 июля, в Негорельском лесничестве учет проводили 14 июня, 1, 18 июля, 2 августа. При учете черенки дифференцировали по наличию на их поверхности псевдосклеротической пластинки (такие черенки имеют черную окраску), частичным ее формированием и без признаков псевдосклеротической пластинки (светлые черенки). Были проанализированы наличие на черешках плодовых тел *H. fraxineus* и взаимосвязь между окраской черешков ясеня обыкновенного и формированием плодовых тел патогена. Подтверждение видовой принадлежности спорocarпов выборочно проводили методом ПЦР-анализа.

Таблица. Краткая характеристика насаждений на ППП

Номер пробной площадки	Место закладки	Тип леса	Тип условий место-произрастания	Характеристика по элементам леса								Средняя категория состояния по породе
				Ярус	Состав		Возраст, лет	Средний диаметр, см	Полнота	Бонитет	Запас, м ³ /га	
					Элемент леса	Коэффициент участия						
1Я	НУОЛХ	Я. сн.	ДЗ	1	Я	3	76	43,0	0,14	1а	78	4,1
					Д	1		36,6	0,03		12	1,7
					Е	1		37,8	0,05		19	1,4
					Ос	4		37,8	0,19		101	2,1
					Б	1		45,6	0,04		23	1,5
					Кл	+		30,5	0,01		5	1
							0,46		238			
				2	Е	5	45	21,7	0,11		33	1,8
					Кл	2		23,4	0,06		14	1,1
					Д	2		22,9	0,05		12	1,4
					Б	1		27,2	0,03		9	1,5
					Я	+		23,1	0,01		2	2
6.11	ТОЛ	Д. ясо.	Д2	1	Д	7	70	33,9	0,45	2	142	3,1
					Я	2		30,2	0,08		28	1,3
					К.о.	1		30,0	0,07		21	1,4
									0,6			191
37.2	ТОЛ	Д. ясо.	Д2	1	Д	4	230	99,0	0,2	2	109	2,6
					Я	3		31,3	0,14		67	1,6
					К.о.	2		41,6	0,15		57	1,4
					Лп.	1		35,7	0,06		14	1,7
									0,53			247
				2	К.п.	3	50	15,6	0,10		17	2,6
					Я	2		19,9	0,03		10	2,0
					К.о.	2		19,3	0,04		11	2,0
					Лп.	2		27,2	0,03		8	2,3
					Вяз	1		13,4	0,01		3	2,4
				0,21		49						

Необходимо отметить, что санитарное состояние ясеня в Беларуси существенно хуже, чем в насаждениях ТОЛ. На примере представленных пробных площадей заметно, что в ТОЛ ясень обыкновенный является наиболее устойчивой породой среди всех эдификаторов леса. Деревья ясеня в 1 и 2 ярусе поражены халаровым некрозом преимущественно в слабой степени. Это является косвенным свидетельством относительно недавнего проникновения в зону Среднерусской лесостепи инвазивного патогена *H. fraxineus*, уже несколько десятилетий перекраивающего карту лесной растительности Центральной и Западной Европы. В то же время подрост и особенно пневая поросль в условиях ТОЛ поражены инфекционным некрозом в средней и сильной степени.

Обследование позволило выявить обильное половое спороношение гриба на опавших черешках ясеня в подстилке на всех объектах наблюдения. Выборочная идентификация видовой принадлежности плодовых тел методом генетического анализа подтвердила их принадлежность грибу *H. fraxineus*. Карпофоры из разных регионов имели сходные морфометрические параметры, формировались в виде слегка вогнутого диска диаметром от 1,5 до 3 мм на расширяющейся ножке высотой 0,4–2 мм (рис.). Окраска варьировала от белой до коричневой в зависимости от возраста апотечий.



Рисунок . Плодовые тела *Hymenoscyphus fraxineus* на черешке *Fraxinus excelsior* (Теллермановское опытное лесничество)

В среднем доля черешков с развитыми плодовыми телами в ТОЛ в начале июля составила 21,8 %. При этом взаимосвязи между окраской листовых черешков и наличием на них апотечий не наблюдали – плодовые тела формировались как на полностью темных, так и на частично окрашенных и на светлых черешках. Среднее количество плодовых тел на черешок в условиях ТОЛ составило 5,8 шт., что в пересчете на 1 м² лесной подстилки составило 30,2. Судя по цвету, плодовые тела находились уже на пике своего развития. Вероятно, толчком для массового плодоношения послужили нетипично обильные для зоны лесостепи дожди в конце весны и первой половине июня.

При обследовании подстилки ясеня в насаждении в НУОЛХ к середине июня плодовые тела были сформированы только на 2,2 % черешков, все листовые черешки с плодовыми телами были покрыты слоем псевдосклеротия и имели черную окраску. В июле количество черешков с плодовыми телами стало существенно возрастать и составило соответственно 27,9 % 01.07.2016 и 93,4 % 18.07.2016. В начале августа плодовые тела на-

чали стареть и разрушаться, о чем можно судить по сокращению количества черешков с плодовыми телами (88,2 %) и изменению окраски плодовых тел с белого на желтоватый. В среднем на 1 черешок приходилось 22,8 плодовых тела, на 1 м² – 50,2, 636,1, 2126,0, 2008,8 плодовых тел 14 июня, 1, 18 июля, 2 августа соответственно. Очевидно, что такое распределение связано с гидрометеорологическими условиями в Беларуси – дефицитом осадков в июне (не более 75 % среднемесячной нормы) и обильными дождями в июле 2016 года.

От интенсивности плодоношения патогена зависит количество споровой инфекции в воздухе и начало массового поражения растений. К примеру, в 2014 г. в ясеневых насаждениях Чешской Республики наибольшую концентрацию аскоспор в воздухе (4.83×10^{11} спор на 1 м³) наблюдали с середины до конца августа [10]. В условиях Беларуси вегетационный сезон 2015 г. оказался чрезвычайно засушливым, обильные дожди прошли только в середине сентября, инициировав позднее плодоношение патогена. К концу сентября появились следы массового поражения листьев типичными для заболевания бурыми некротическими пятнами, однако естественный листопад не позволил инфекции проникнуть в ткани побегов. Типичные халаровые некрозы были отмечены только на пневой поросли ясеня, которая обычно позже сбрасывает листву.

Согласно наблюдениям, проведенным в ясеневых насаждениях зоны смешанных лесов Минской возвышенности и в лиственных насаждениях Среднерусской лесостепи, патоген способен массово формировать органы полового размножения в весьма различных условиях неарела, однако интенсивность плодоношения в условиях Беларуси существенно выше из-за гораздо большего периода ее накопления. Формирование плодовых тел тесно связано с количеством осадков в теплый период года, которые и формируют уровень инфекционного фона. Отсутствие черной пластинки псевдосклероция на поверхности черенков не является свидетельством незараженности их патогеном. Наличие этого видоизменения мицелия необязательно для плодоношения гриба. Выявленные закономерности позволяют разработать систему защитных мероприятий для наименее устойчивых молодых растений, например, в питомниках и лесных культурах, опираясь на погодные условия текущего года.

Summary

Some features of fruiting of invasive pathogenic fungus *Hymenoscyphus fraxineus* in ash stands of mixed forests zone of Minsk Upland and deciduous stands of Central forest-steppe are given. It was revealed that the pathogen is able to generate mass organs of sexual reproduction in new habitat, but in-fruited intensity in Belarus is substantially higher due to the much longer period of its accumulation. The formation of fruiting bodies is closely related to the amount of precipitation during the warm period of the year, that forms the level of infection background. The absence of a black pseudosclerotial layer on the surface of the petioles is not evidence of uncontamination by the pathogen. The presence of this mycelium modification is not necessary for the fructification of the fungus.

Литература

- 1 Kowalski, T. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland / T. Kowalski // *Forest Pathology*. – 2006. – Vol. 36. – P. 264.
- 2 Schumacher, J. First record of *Chalara fraxinea* T. Kowalski sp. nov. in Germany – a new agent of ash decline / J. Schumacher, A. Wulf, S. Leonhard // *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* – 2007. – Vol. 59. – P. 121–123.
- 3 Halmschlager, E. First report of the ash dieback pathogen *Chalara fraxinea* on *Fraxinus excelsior* in Austria / E. Halmschlager, T. Kirisits // *Plant Pathology*. – 2008. – Vol. 57. – №. 6. – P. 1177–1177.
- 4 Gross, A. On the longevity of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in petioles of *Fraxinus excelsior* / A. Gross, O. Holdenrieder // *Forest Pathology*. – 2013. – Vol. 43. – №. 2. – P. 168–170.
- 5 Kirisits, T. The current situation of ash dieback caused by *Chalara fraxinea* in Austria / T. Kirisits [et al.] // *Proceedings of the conference of IUFRO working party*. – 2009. – Vol. 7. – №. 2. – P. 97–119.
- 6 Kowalski, T. The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the causal agent of ash dieback / T. Kowalski, O. Holdenrieder // *Forest Pathology*. – 2009. – Vol. 39. – №. 5. – P. 304–308.
- 7 Timmermann, V. Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns of ascospore dispersal, with special emphasis on Norway / V. Timmermann [et al.] // *EPPO Bulletin*. – 2011. – Vol. 41. – №. 1. – P. 14–20.
- 8 Ярук, А. В. Распространенность халарового некроза в насаждениях и посадках ясеня обыкновенного / Ярук А. В., Звягинцев В. Б. // *Труды БГТУ, сер. «Лесное хозяйство» / БГТУ, Минск, 2015. № 174. – С. 207–210.*
- 9 Musolin, D. L. Between ash dieback and emerald ash borer: two Asian invaders in Russia and future of ashes in Europe / D. L. Musolin, A. V. Selikhovkin, D. A. Shabunin, V. B. Zviagintsev and Y. N. Baranchikov // *Baltic Forestry* (в печати).
- 10 Dvorak, M. Detection of airborne inoculum of *Hymenoscyphus fraxineus* and *H. albidus* during seasonal fluctuations associated with absence of apothecia / M. Dvorak, G. Rotkova, L. Botella // *Forests*. – 2015. – Vol. 7. – №. 1. – P. 1.

УДК 582.282:477.81/.82

НОВЫЕ ДЛЯ УКРАИНЫ ВИДЫ ДИСКОМИЦЕТОВ ПОРЯДКА HELOTIALES, СОБРАННЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

Зыкова М. А.

Институт ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины, Киев, Украина, зыкова.
masha@gmail.com

Изучение и сохранение биоразнообразия является одним из приоритетных направлений современных научных исследований. Аскомицеты, или сумчатые грибы,

являются крупнейшим отделом царства Fungi. Одной из групп, которые традиционно выделяют в отделе Ascomycota, являются дискомицеты, для которых характерны плодовые тела (аскомы) типа апотеций. Дискомицеты присутствуют во всех растительных сообществах, играют важную роль в функционировании экосистем и в процессах почвообразования. В мировой микобиоте насчитывается более 5000 видов дискомицетов, а в микобиоте Европы – более 2000 видов [2, 3]. На территории Украины эта группа изучена очень неравномерно как в таксономическом, так и в географическом отношении. К таким малоисследованным регионам относится и Западное Полесье Украины (далее в тексте ЗПУ), где нами и проводились исследования.

До наших исследований по этому региону был известен только 41 вид дискомицетов [1]. Для 5 новых для Украины видов порядка Helotiales приводим короткие диагнозы, дополненные собственными данными, информацию о субстратной приуроченности и общем распространении.

Helotiales, Dermataceae

Pyrenopeziza personata (P. Karst.) Boud., Hist. Class. Discom. Eur. (Paris): 133 (1907).

Апотеции сидячие, блюдцевидные, 2-10 мм в диам., на маленькой толстой ножке. Диск подушковидный, светлого цвета, при высыхании меняет цвет на коричневый. Внешняя поверхность апотеция имеет коричневую окраску. Аски цилиндрические, 120–150 × 8–10 мкм, с амилоидной порой, 8-споровые. Споры эллипсоидные, 9–14 × 5,8–7 мкм, на концах несколько загнутые, содержимое споры заполнено мелкими каплями масла.

На гнилой коре и древесине березы.

Распространение в Украине: Волынская обл., Любешовский р-н, НПП «Припять-Стоход», 22.10.2012.

Общее распространение: Европа (Финляндия, Россия).

Helotiales, Helotiaceae

Tatraea dumbirensis (Velen.) Svrček, Česká Mykol. 46(3-4): 161 (1993).

Апотеции сидячие, блюдцевидные, 2–8 мм в диам., на маленькой толстой ножке. Диск несколько вогнутый, светлого цвета, при высыхании меняет цвет на коричневый. Аски цилиндрические, 150–200 × 10–15 мкм, с амилоидной порой, 8-споровые. Споры эллипсоидно-веретенообразные, 17–23 × 5,8–9 мкм, на концах несколько загнутые, содержимое споры заполнено мелкими каплями масла.

На гнилой древесине граба.

Распространение в Украине: Волынская обл., Маневичский р-н, Черемский ПЗ, 1.08.2012.

Общее распространение: Европа (Австрия, Великобритания, Дания, Германия, Россия, Словения, Франция).

Velutarina rufo-olivacea (Alb. & Schwein.) Korf, *Phytologia* 21(4): 201 (1971).

Апотеции сидячие, чашевидные, до 3 мм в диам., часто собраны в небольшие группы по 2–5, гимениальный слой оливкового цвета, внешняя поверхность оливково-коричневая, имеет порошистую структуру. Аски цилиндрические, 120–160 × 10–5 мкм, с амилоидной порой, 8-споровые. Споры эллипсоидные, 10–14 × 6–8 мкм, часто с капельками масла в середине.

На опавших ветвях листопадных деревьев, прошлогодних стеблях малины.

Распространение в Украине: Ровенская обл., г. Березно, дендрологический парк лесного колледжа, 4.08.2012.

Общее распространение: Европа (Великобритания, Дания, Люксембург, Норвегия, Словакия, Чехия, Швеция); Америка (США, Аргентина).

Helotiales, Nyaloscyphaceae

Cistella acuum (Alb. & Schwein.) Svrček, *Česká Mykol.* 13(4): 211 (1959).

Апотеции сидячие или на маленькой ножке, чашевидные, 0,2–0,5 мм в диам., покрытые волосками, светлые. Аски цилиндрические, 25–30 × 4–5 мкм, споры булавовидные, 4–5 × 1–1,5 мкм. Парафизы цилиндрические, на верхушке узколанцетные до 1,5–2 мкм, несколько длиннее асков. Волоски 15–30 × 3–4 мкм.

На опавшей хвое сосны.

Распространение в Украине: Волынская обл., Любешовский р-н, НПП «Припять-Стоход», 18.07.2010; Шацкий р-н, Шацкий НПП, 17.08.2012.

Общее распространение: Европа (Австрия, Великобритания, Греция, Дания, Испания, Люксембург, Нидерланды, Норвегия, Венгрия, Финляндия, Франция, Швейцария, Швеция); Америка (США, Канада) Австралия; Африка (Марокко).

Nyalopeziza trichodea (W. Phillips & Plowr.) Raitv., *Acad. Nauk Estonskoī S.S.R., Inst. Zool. Bot., Tartu*: 34 (1970).

Апотеции сидячие, до 0,5 мм в диам., желтовато-бежевые. Внешняя сторона апотеция коричневая, по краю диск покрыт толстыми светлыми волосками. Аски цилиндрические или цилиндрическо-булавовидные, 33–37 × 3,5–4 мкм, 8-споровые. Споры веретенообразные, 4,5–7 × 1,5 мкм, без включений. Парафизы узкие, цилиндрические, не выступают за аски. Волоски толстостенные, 160–240 × 4–5 мкм, с перегородками.

На опавшей хвое сосны.

Распространение в Украине: Волынская обл., Любешовский р-н, НПП «Припять-Стоход», 22.10.2012.

Общее распространение: страны Европы (Великобритания, Норвегия, Польша, Россия, Чехия, Германия); Америка (США).

Полученные нами новые данные о видовом составе дискомицетов ЗПУ позволяют расширить сведения об их разнообразии не только на территории исследования, но и в Украине в целом. Расширенные данные для 5 новых для Украины видов порядка Helotiales могут быть использованы при изучении дискомицетов других территорий. Недостаточная изученность этой группы грибов в ЗПУ обусловила находки 146 новых для района исследования видов, 14 из которых ранее не были замечены в Украине.

Summary

New data of the species diversity of discomycetes Western Polissya of are presented. Data for the 5 new for Ukraine species (*Pyrenopeziza personata*, *Tatraea dumbirensis*, *Velutarina rufo-olivacea*, *Cistella acuum*, *Hyalopeziza trichodea*) of the order Helotiales including short diagnoses supplemented by its own data, information on the substrate confinement and general distribution in world are given.

Литература

1. Зикова М. О. Історія досліджень дискоміцетів Західного Полісся України. Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених(9–13 серпня 2011р, м. Березне, Рівненська обл., Україна). – К.: ТОВ «Лазурит-Поліграф», 2011. – с.27.
2. Kirk P. M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 10th ed. – Wallingford (UK): CAB International, 2008. – 772 p.
Stalpers J., Cock A. MycoBank. Fungal Databases Nomenclature and Species Banks Online Taxonomic Novelties Submission. [electronic resource]. – 1999. – <http://www.mycobank.org>.

УДК 632.4:582.681.81:069.029 (477.41)БНАУ

БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ФИТОПАТОГЕННЫМИ ГРИБАМИ В КОЛЛЕКЦИИ ВИДОВ РОДА SALIX L. НА БИОСТАНЦИИ БЕЛОЦЕРКОВСКОГО НАУ

Ищук Л. П.

Белоцерковский национальный аграрный университет, Украина

Биостанция Белоцерковского национального аграрного университета является учебно-научным подразделением кафедры садово-паркового хозяйства, обеспечивает комплексную подготовку бакалавров и магистров по специальности «Садово-парковое хозяйство» и проведение научных исследований в области ботаники, цветоводства, озеленения, а также является центром проведения учебно-просветительской работы среди молодежи.

Территория биостанции БНАУ площадью 1,9 га, расположена на правом берегу реки Рось в окрестностях г. Белая Церковь Белоцерковского района Киевской области. Создана биостанция БНАУ в 2007 году с целью улучшения учебной и научной базы вуза. С запада ее ограничивает учебно-опытное лесное хозяйство БНАУ, с севера – университетский плодовый сад, а с востока и юга – лесополосы и поля исследовательского хозяйства БНАУ, что способствует защите цветочно-декоративных растений от северо-западных ветров, преобладающих в регионе. Рельеф местности слабоволнистый с незначительным наклоном с юга на север. Грунтовые воды залегают на глубине 12–15 м. В целом, умеренно-континентальный климат Белоцерковского района со средней многолетней температурой воздуха 7,7 °С, средней многолетней суммой осадков 650 мм, средней многолетней относительной влажностью 75 % и общим вегетационным периодом 200–212 дней способствует росту и развитию большинства декоративных растений, представленных в коллекциях биостанции БНАУ [2].

Представители рода *Salix* являются чрезвычайно интересными и перспективными как для генетико-селекционной работы и эволюционных исследований, так и для интродукции и акклиматизации, поскольку для них характерны большой внутривидовой полиморфизм, широкая экологическая пластичность и способность к вегетативному размножению.

Коллекция видов рода *Salix* L. на биостанции Белоцерковского национального аграрного университета насчитывает 25 видов, форм и гибридов. В коллекции представлены как аборигенные виды, так и интродуценты. Интродуцированные виды в коллекции получены из Национального ботанического сада им. Н. Н. Гришко НАН Украины и Криворожского ботанического сада. Коллекция ив на биостанции БНАУ используется в качестве живого пособия при изучении дендрологии, архитектоники растений, лесной фитопатологии и других дисциплин садово-паркового цикла. Она также выполняет научную и просветительскую функции. Все растения находятся в возрасте 4–8 лет и имеют вегетативное происхождение.

Но во второй половине лета декоративность ив в коллекции снижается. В это время листья массово поражаются грибковыми болезнями, вследствие чего у них снижается ассимиляция, они усыхают и преждевременно опадают.

Цель исследований – оценка микологических повреждений листьев автохтонных и интродуцированных видов рода *Salix* L. в условиях биостанции БНАУ. В ходе проведенных наблюдений нами установлено, что наиболее часто в молодом возрасте растения ив повреждаются пятнистостями листьев. В то же время некрозных и раковых заболеваний ветвей и побегов в коллекции ив мы не наблюдали.

Объекты исследований – автохтонные и интродуцированные виды рода *Salix* в коллекции биостанции БНАУ. Определяли поражения листьев с помощью описаний А. В. Цилурика, С. В. Шевченко [3]. Выявление основных грибковых болезней листьев ив и степени их распространенности производили путем детальных фитопатологических

обследований разных частей кроны ив. Состояние и зараженность деревьев и кустарников на модельных видах оценивались по категориям состояния и среднему баллу поражения, принятому в фитопатологических исследованиях по методике И. А. Дудки [1]. Зараженные листья с характерными спороношениями грибов исследовали под микроскопом. Возбудителей заболеваний определяли в лабораторных условиях.

В результате наших исследований установлено, что листья видов, форм и гибридов рода *Salix* в коллекции биостанции БНАУ поражаются мучнистой росой *Uncinula* (= *Erysiphe*) *adunca* и *Phyllactinia guttata*), ржавчиной (*Melampsora epitera*), бурой пятнистостью (*Marssonina salicicola*), коричневой пятнистостью (*Monostichella salicis* (= *Gloeosporium salicis*)), черноватой пятнистостью (*Pseudocercospora salicina* (= *Cercospora salicina*)) и черной пятнистостью (*Rhytisma salicinum*) (табл. 1).

В целях профилактики заболеваний создание оптимальных условий для роста и развития ив делает их более устойчивыми к болезням листьев. Возбудители болезней в зимний период сохраняются на опавших листьях, поэтому листья следует убирать осенью. Искореняющие обработки проводятся фунгицидами для уничтожения зимующей инфекции и подавления первичного весеннего заражения ивы мучнистой росой, ржавчиной, пятнистостями. Опрыскивание листьев против мучнистой росы, ржавчины и пятнистостей следует начинать при появлении первых признаков болезней – во второй половине июня – июле. Одну-две повторные обработки проводят с интервалом 2–3 недели.

Таким образом, аборигенные виды *S. acutifolia* Willd., *S. alba* L., *S. alba* L. 'Vittelina pendula', *S. alba* L. 'Vittelina pendula' x *S. matsudana* Koidz., *S. x fragilis* L., *S. pentandra* L., *S. triandra* L. имеют большую степень поражения мучнистыми грибами, ржавчиной и пятнистостями. Сильнее всего листья ив поражаются бурой и коричневой пятнистостью. В то же время интродуцированные виды *S. elaeagnos* Scop., *S. miyabeana* Seemen, *S. repens* L., *S. ledebouriana* Trautv. и садовые формы *S. integra* Thunb. 'Pendula', *S. integra* L. 'Nakura nashiki', *S. caprea* L. 'Kilmarnok' более устойчивы к грибковым болезням листьев, и их следует шире внедрять в озеленение.

Summary

Analyzed the defeat leaves of native and introduced species, forms and hybrids of the genus *Salix* L. fungal diseases. It was found that under conditions of biological station Bila Tsekva NAU all kinds of willow, to varying degrees affected with powdery mildew, rust, brown, brown, blackish and black spotted.

Литература

1. Дудка И. А. Вассер С. П., Элланская И. А. Методы экспериментальной микологии. Справочник. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
2. Іщук Л. П. Колекція представників родини Salicaceae Mirbel на біостанціонері Білоцерківського НАУ // Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні

біологічного різноманіття урбанізованих територій: Матеріали Міжнародної наукової конференції (Київ, 28-31 травня 2013 р.) / Гол. Ред. В. Г. Радченко. – К.: НЦЕБМ НАН України, ПАТ «Віпол», 2013. – С. 217–218.

3. Циліорик А. В., Шевченко С. В. Лісова фітопатологія. – К.: КВІЦ, 2008. – 464 с.

Таблиця 1. – Оцінка поразення листя видів форм і гібридів роду *Salix* грибовими захворюваннями в колекції біостанції Белоцерковського НАУ

№ п/п	Вид растения	Степень поражения листьев ив болезнями, %						
		<i>Uncinula adunca</i>	<i>Phyllactiniaguttata</i>	<i>Melampsoraepitera</i>	<i>Marssoninasalicicola</i>	<i>Monostichella salicis</i>	<i>Pseudocercospora salicina</i>	<i>Rhytisma salicinum</i>
1	<i>S. acutifolia</i> Willd.	17,0±4	5,0±1,0	28,0±5,0	35,0±5,0	45,0±5,5	14,0±3,5	11,0±1,5
2	<i>S. alba</i> L.	2,3±0,8	-	45,0±5,0	32,0±5,0	50,0±6,5	14,0±2,5	42,0±3,5
3	<i>S. alba</i> L. 'Vittelina pendula'	5,0±1,0	1,0±0,2	37,0±5,0	23,0±5,0	52,0±5,0	15,0±3,0	50,0±4,5
4	<i>S. alba</i> L. 'Vittelina pendula' x <i>S. matsudana</i> Koidz.	5,0±1,0	3,0±0,3	52,0±5,0	23,0±5,0	48,0±5,5	7,5±1,0	21,0±3,0
5	<i>S. babylonica</i> L.	3,0±1,5	-	23,0±5,0	15,0±3,0	43,0±4,5	3,5±0,8	14,0±1,5
6	<i>S. blanda</i> Anders.	-	7,0±1,0	-	10,0±1,5	51,0±6,0	3,5±0,5	11,0±1,5
7	<i>S. caprea</i> L.	6,0±0,5	3,0±0,5	10,0±4,5	17,0±4,5	43,0±5,5	-	13,0±1,5
8	<i>S. caprea</i> L. 'Kilmarnok'	6,0±1,0	-	4,0±1,0	3,0±0,2	15,0±4,5	-	-
9	<i>S. cinerea</i> L.	7,0±2,0	5,0±1,0	5,0±1,0	4,0±0,5	21,0±3,3	-	16,0±3,0
10	<i>S. elaeagnos</i> Scop.	-	-	1,0±0,3	2,0±0,3	11,0±2,5	2,5±0,3	12,0±2,5
11	<i>S. x fragilis</i> L.	1,5±0,3	-	18,0±2,0	68,0±5,0	32,0±4,5	6,5±0,5	23,0±5,0
12	<i>S. integra</i> Thunb.	-	-	11,0±3,0	20,0±4,0	19,0±4,0	-	-
13	<i>S. integra</i> L. 'Hakura nashiki'	-	-	3,0±0,5	5,0±0,5	4,0±0,8	-	-
14	<i>S. integra</i> Thunb. 'Pendula'	-	-	2,0±0,5	-	3,0±0,4	-	-
15	<i>S. ledebouriana</i> Trautv.	-	-	5,0±0,5	12,0±1,0	5,0±0,6	-	5,0±1,0
16	<i>S. matsudana</i> Koidz.	3,0±0,2	2,5±0,3	13,0±1,0	4,5±5,0	34,0±5,5	12,0±2,5	22,0±4,4
17	<i>S. miyabeana</i> Seemen	25,0±3,0	20,0±4,0	-	4,0±0,3	15,0±3,5	1,5±0,1	8,5±1,5
18	<i>S. pentandra</i> L.	-	-	8,0±0,5	15,5±4,0	40,0±6,5	14,0±2,5	55,0±5,5
19	<i>S. repens</i> L.	-	1,0±0,1	1,0±0,2	3,5±1,0	5,0±0,55	1,5±0,1	3,5±0,2
20	<i>S. triandra</i> L.	17,0±3,0	12,5±1,0	21,0±3,0	15,0±2,0	42,5±5,0	5,5±0,4	30,0±3,5

ИНТЕРЕСНЫЕ НАХОДКИ ЛИХЕНОФИЛЬНЫХ ГРИБОВ ИЗ БАССЕЙНА Р. ТЕТЕРЕВ (УКРАИНА)

Капец Н. В.

Институт ботаники им. М. Г. Холодного НАН Киев, Украина, kapets_n@ukr.net

Река Тетерев берет начало на Приднепровской возвышенности и, протекая в северо-восточном направлении, впадает в Днепр. Ее общая протяженность составляет 365 км, а площадь бассейна – около 15 100 км². В административном отношении бассейн Тетерева расположен на территории Винницкой, Житомирской и Киевской областей Украины. Большая часть реки протекает по Полесской физико-географической провинции зоны смешанных лесов Восточно-Европейской равнины, и только небольшая часть верхнего течения реки – на юге Лесостепной зоны. Особенно своеобразны природные условия участка верхнего и среднего течения реки, который расположен на территории Житомирского Полесья. Именно здесь речные долины Тетерева и его основных притоков довольно узкие и глубоко врезаются в докембрийские породы Украинского кристаллического щита. Выходы на поверхность последнего местами формируют каменистое дно, прибрежные скалы и каньоны высотой до 25–30 м. В комплексе с довольно высоким гипсометрическим уровнем Житомирского Полесья, особенностями грунтового покрова, климатического и гидрологического режимов, а также сформированным под их влиянием растительным покровом верхнее и нижнее течение бассейна реки Тетерев представляется перспективным регионом для проведения разного рода флористических и ценологических исследований. В период 2014–2015 г. на данной территории нами были проведены исследования лишенофлоры, в результате которых получены интересные данные о распространении лишенофильных грибов [7].

На сегодня на территории бассейна р. Тетерев нами выявлено 30 видов лишенофильных грибов, которые принадлежат к 22 родам, 11 семействам, 11 порядкам и 4 классам в пределах Ascomycota и Basidiomycota. 3 вида (*Cercidospora crozalsiana* (H. Olivier) Nav.-Ros., Cl. Roux & Casares, *Lichenothelia tenuissima* Henssen и *Polysporina subfuscescens* (Nyl.) K. Knudsen & Kocourk.) найдены впервые на территории Украины, 8 видов являются редкими, из которых *Monodictys epilepraria* Kukwa & Diederich, *Cornutispora lichenicola* D. Hawksw. & B. Sutton, *Sphaerellothecium propinquellum* (Nyl.) Cl. Roux & Triebel и *Taeniolella punctata* M.S. Christ. & D. Hawksw – найдены впервые на равнинной части Украины.

Ниже приведена информация о распространении данных видов на территории бассейна р. Тетерев и краткие таксономические примечания к некоторым из них.

Cercidospora crozalsiana (H. Olivier) Nav.-Ros., Cl. Roux & Casares

Местонахождение: Житомирская обл., Коростышевский р-н, выходы гранитов вдоль правого берега р. Тетерев в окрестностях с. Городское, N 55°22'27.25" E 29°10'55.45"; 150 м н. у. м., на слоевище *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) Moberg et R. Sant., 2014 г, собр. Капец Н. В.; г. Житомир, выходы гранитов на левом берегу р. Тетерев на территории парка им. Ю. Гагарина, N 50°14'37.92" E 28°39'45.71", 181 м н. у. м., на слоевище *Protoparmeliopsis muralis*, 29-30.10.2015г., собр. Капец Н. В.

Общее распространение: Северная Америка, Европа, Новая Зеландия, Канарские острова.

Таксономические примечания: вид *Cercidospora crozalsiana* очень похож на *Cercidospora macrospora* (Uloth) Hafellner & Nav.-Ros., но имеет споры значительно большего размера. На наших образцах найдены оба этих вида, и они имеют четкие различия в размере спор.

Clupeosocum hyrosenomycis D. Hawksw.

Местонахождение: Житомирская обл. Коростышевский р-н, окрестности с. Царивка, на слоевище *Carbonicola myrmecina* (Ach.) Bendiksby & Timdal, на *Pinus sylvestris* L.

Таксономические примечания: до сих пор было известно только два местонахождения этого вида на территории Украины – в Киевской (Голосеевский НПП) и Львовской областях [3, 5].

Cornutispora lichenicola D. Hawksw. & B. Sutton

Местонахождение: Житомирская обл., г. Коростышев, ул. Маяковского, N 50°20'24.58" E 29°04'13.56", 168 м н. у. м. на слоевище и апотециях *Massjukiella polycarpa* (Hoffm.) S.Y. Kondr., Fedorenko, S. Stenroos, Kärnefelt, Elix, J.S. Hur & A. Thell, на деревянном заборе, 12.11.2015, собр. Капец Н. В.

Таксономические примечания: до недавних пор на территории Украины было известно всего одно местонахождение этого вида – в Карпатах [10].

Erythricium aurantiacum (Lasch) D. Hawksw. & A. Henrici

Местонахождение: Житомирская обл., Романовский р-н, окрестности с. Корчивка, на слоевище *Physcia stellaris* (L.) Nyl.; Народичский р-н, Природный заповедник «Древляньський», окрестностях с. Звиздаль, на слоевище *Physcia stellaris* (L.) Nyl., 19.08.2015, Н. В. Капец, (KW-L 70521); Коростышевский р-н, государственное предприятие «Коростышевское лесное хозяйство», 9 кв., на слоевище *Physcia stellaris*, на *Quercus robur* L., 20.06.2015, собр. Н. В. Капец.

Таксономические примечания: ранее информация о распространении вида на территории Украины ограничивалась только находками из Херсонской области [1, 2].

Lichenothelia tenuissima Henssen

Местонахождение: Житомирская обл., Коростышевский р-н, окрестности с. Городское, выходы гранитов вдоль правого берега р. Тетерев, на камне, на слоевище *Ascarospora*

fuscata (Nyl.) Th. Fr., N 50°22'27.44» E 29°10'57.74»; 150,3 м н. у. м., 2014 г., собр. Н. В. Капец; г. Коростышев, на выходах гранитов вдоль правого берега р. Тетерев, N 15°18'50.76" E 29°04'27.08", 159 м н. у. м., 22.07.2015, собр. Н. В. Капец, (KW–L 70512); окрестности г. Коростышев, затопленный гранитный карьер, на выходах гранитов, N 15°18'53.09" E 29°05'37.66", 189 м н. у. м., 22.07.2015, собр. Н. В. Капец, (KW–L 70511).

Общее распространение: США, Канада, Австрия, Россия, Украина.

Таксономические примечания: большинство представителей рода *Lichenothelia* – свободноживущие грибы, *Lichenothelia tenuissima* не исключение. Однако из литературных источников известны случаи, когда вид произрастает на слоевищах накипных эпилитных лишайников. В нашем случае рядом со свободнорастущими особями были найдены и лихенофильные.

Monodictys epilepraria Kukwa & Diederich

Местонахождение: Житомирская обл., Житомирский р-н, выходы гранитов на берегу р. Бобровка, вблизи санатория «Деншыш», на слоевище *Lepraria membranacea* (Dicks.) Vain., 14.06.2015, собр. Н. В. Капец, (KW–L 70522); Коростышевский р-н., окрестности с. Городское, выходы гранитов на левом берегу р. Тетерев, на слоевище *Lepraria lobificans* Nyl. и *Lepraria neglecta* (Nyl.) Erichsen; Коростышевский р-н, г. Коростышев, выходы гранитов на правом берегу р. Тетерев, N 50°18'50.76» E 29°04'27.08», 159 м н. у. м., на слоевище *Lepraria* Ach. sp., 22.06.2015, собр. Н. В. Капец, (KW–L 70513).

Таксономические примечания: первая и единственная до недавних пор находка *Monodictys epilepraria* в Украине сделана на территории Черногорского массива Украинских Карпат [9].

Polysporina subfuscens (Nyl.) K. Knudsen & Kocourk.

Местонахождение: Житомирская обл., г. Коростышев, выходы гранитов вдоль правого берега р. Тетерев, на слоевище *Acarospora* sp., N 50°18'50,09» E 29°04'27,42», 159 м н. у. м., 14.05.2014, собр. С. Я. Кондратюк, Н. В. Капец, (2814) (KW–L 70492), рядом с *Buellia badia* (Fr.) A. Massal., *Lepraria membranacea* (Dicks.) Vain., *Placynthiella ismalea* (Ach.) Coppins & P. James; г. Коростышев, на выходах гранитов вдоль правого берега р. Тетерев N 50°20'16,60» E 29°04'29,22», 154 м н. у. м., на слоевище *Acarospora* sp., 20.08.2014, собр. Н. В. Капец (54014), (KW–L 70494), рядом с *Neofuscelia pulla* (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch, *Xanthoparmelia* sp.

Общее распространение: Северная Америка, Европа, Азия.

Таксономические примечания: вид найден впервые на территории Украины.

Pronectria leptaleae (J. Steiner) Lowen

Местонахождение: Винницкая обл., Козятинский р-н., ботанический заказник «Сестриновская Дача» на слоевище и апотециях *Physcia stellaris* (L.) Nyl., на *Quercus robur* L., 8.08.2015, собр. Н. В. Капец, М. А. Зыкова.

Таксономические примечания: до сих пор на Украине было известно только одно местонахождение вида – на территории Львовской области [6].

Stigmidium xanthoparmeliarum Hafellner

Местонахождение: Житомирская обл., г. Коростышев, выходы гранитов на правом берегу р. Тетерев, N 50°18'50,09» E 29°04'27,42», 159 м н. у. м., на слоевище *Xanthoparmelia taractica* (Kremp.) Hale, 14.05.2014, собр. Н. В. Капец, С. Я. Кондратюк, (KW–L 70518); выходы гранитов на правом берегу р. Тетерев (вблизи скалы «Мария»), на слоевище *Xanthoparmelia conspersa* (Ach.) Hale, 10.07.2015, собр. Н. В. Капец, (KW–L 70519); окрестности с. Городское, выходы гранитов на правом берегу р. Тетерев, на слоевище *Xanthoparmelia taractica.*, 2014, собр. Капец Н. В.

Таксономические примечания: вид найден на территории Украины не так давно и до сих пор было известно только два его местонахождения в Днепропетровской области [5].

Sphaerellothecium propinquellum (Nyl.) Cl. Roux & Triebel

Местонахождение: Винницкая обл., Козятинский р-н, ботанический заказник общегосударственного значения «Сестриновская Дача», на слоевище *Lecanoga carpinea* (L.) Vain., которая растет на *Ulmus* sp.

Таксономические примечания: ранее вид был найден только на юге Украины (АР Крым) [8].

Taeniolella punctata M.S. Christ. & D. Hawksw.

Местонахождение: Житомирская обл., Житомирский р-н, лес между селами Тригорье и Высокая Печь, на слоевище *Graphis scripta* (L.) Ach., на *Carpinus betulus* L., N 50°11'10.13» E 28°21'47.81», 220 м н. у. м., 12.06.2015, собр. Н. В. Капец, (KW–L 70530).

Таксономические примечания: до недавних пор на Украине вид был найден только на территории Восточных Карпат и Прикарпатья [10].

Summary

Teteriv River is a right tributary of the Dnieper River in Ukraine. The most part of the Teteriv River basin flows through the territory of the geographical region of the zone of mixed forest called Zhytomyr Polissia which is disposed in the northern part of Ukraine. Totally 30 taxa of lichenicolous fungi belonging to 22 genera are reported. The following three species: *Cercidospora crozalsiana*, *Lichenothelia tenuissima*, *Polysporina subfuscescens* are reported for the first time for Ukraine. Furthermore data on some rare to Ukraine species of lichenicolous fungi (such as *Clypeococcum hypocenomycis* D. Hawksw., *Cornutispora lichenicola* D. Hawksw. & B. Sutton, *Erythricium aurantiacum* (Lasch) D. Hawksw. & A. Henrici, *Monodictys epilepraria* Kukwa & Diederich, *Pronectria leptaleae* (J. Steiner) Lowen, *Stigmidium xanthoparmeliarum* Hafellner, *Sphaerellothecium propinquellum* (Nyl.) Cl. Roux & Triebel, *Taeniolella punctata* M.S. Christ. & D. Hawksw. are provided too.

Литература

1. Гавриленко Л. М. Ліхенобіота балки Дудчани (Херсонська область, Нововоронцовський р-н). // Каразінські природознавчі студії: мат-ли міжнар. наук. конф. (Харків,

1–4 лютого, 2011 р.) – Харків, 2011. – С. 25–27.

2. Дармостук В. В. Ліхенофільна мікобіота НПП «Білобережжя Святослава». // Актуальні проблеми ботаніки та екології: мат-ли міжнар. наук. конф. (Херсон, 29 червня – 3 липня, 2016 р.) – Херсон, 2016. – С. 31.

3. Димитрова Л. В. Лишайники ботанічного заказника «Лісники» (м. Київ) та їх індикаторні властивості. // Укр. ботан. журн. – 2013 – Т. 70 (4). – С. 522–534.

4. Наумович Г. О., Дармостук В. В. Ліхенофільні гриби долини р. Інгулець (Україна). // Чорноморський ботанічний журнал. – 2015 – Т. 11 (4). – С. 512–520.

5. Пірогов М. В. *Clucroscosium hurosenomycis* D. Hawksw. – новий для України вид ліхенофільного гриба. // Чорноморськ. бот. ж. – 2010. – Т. 6 (2). – С. 276–279.

6. Пірогов М. В. Два нових для мікобіоти України види ліхенофільних грибів із родин *Nectriaceae* та *Bionectriaceae* (Hurocreales, Ascomycota). // Біологічні Студії / *Studia Biologica*. – 2012. – Т. 6 (1). – С. 195–200.

7. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование. / Маринич А. М., Пашенко В. М., Шищенко П. Г. и др. – Киев: Наук. думка, 1985. – 224 с.

8. Ходосовцев О. Є. Нові для України та Криму лишайники та ліхенофільні гриби. // Чорноморськ. бот. ж. – 2013. – Т. 9 (1). – С. 84–88.

9. Vondrák J., Palice Z., Khodosovtsev A., Postoyalkin S., Additions to the diversity of rare or overlooked lichens and lichenicolous fungi in Ukrainian Carpathians. // *Chornomors'k. bot. z.* – Vol. 6, № 1. – P. 6–34.

10. Kondratyuk S. Ya., Popova L.P., Lackovičová Á.A., Pišut I. A catalogue of Eastern Carpathian Lichens. – Kyiv-Bratislava: M.N. Kholodny Institute of Botany. – 2003. – 264 p.

УДК 630*443.3

**ПЕРВОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ОПАСНОГО ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА
HYMENOSCYPHUS FRAXINEUS В ТЕЛЛЕРМАНОВСКОМ ЛЕСУ
(ЮЖНАЯ ЛЕСОСТЕПЬ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ)**

Колганихина Г. Б.¹, Пантелеев С. В.²

¹Институт лесоведения РАН, Успенское, Россия, kolganihina@rambler.ru

² Институт леса НАНБ, Гомель, Беларусь, stasikdesu@mail.ru

Повышенное внимание к насаждениям ясеня на стационарах Института лесоведения РАН обусловлено массовой гибелью этой породы в последние два десятилетия на территории ряда европейских государств, Российской Федерации и США. Деградацию ясеня в Европе связывают, прежде всего, с распространением инвазивного патогенного гриба *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya, известного также под синонимичными названиями *Chalara fraxinea* T. Kowalski и *Hymenoscyphus pseudoalbidus*

Queloz, Grünig, Berndt, T. Kowalski, T.N. Sieber & Holdenr. Впервые массовая гибель ясеня, инфицированного *H. fraxineus*, была зарегистрирована в начале 1990-х гг. в Польше и Литве, в 2014 г. подобное явление наблюдалось уже в 25 европейских странах [1]. На постсоветском пространстве возбудитель выявлен на территории Беларуси в 2010 г. [2], в 2011 г. – в центральных и восточных областях Украины [1]. Сведения о распространении *H. fraxineus* в России немногочисленны. В 2012 г. патоген зарегистрирован на северо-западе страны в Ленинградской области вблизи Санкт-Петербурга [3], а также в центре европейской части России. В частности, сообщается о находках гриба в подмосковных Мытищах, а также в посадках вдоль железных и автомобильных дорог в Мытищинском, Одинцовском и Рузском районах Московской области и вдоль автотрассы М1 от Москвы до границы с Республикой Беларусь [4]. Случаи обнаружения патогена в юго-восточной части европейской территории России до настоящего времени описаны не были.

В августе 2015 г. *H. fraxineus* был впервые зарегистрирован нами на пораженных листьях ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) в насаждениях Теллермановского опытного лесничества Института лесоведения РАН (ТОЛ), которое находится в Грибановском районе Воронежской области (южная лесостепь).

В ходе рекогносцировочного фитопатологического обследования насаждений ТОЛ было зафиксировано увядание листьев у молодых ясеней на двух расположенных поблизости участках (кв. 37, выдела 9 и 13, 51°34'СШ 41°97'ВД), где чуть более 15-ти лет назад проводились опытные рубки и позже были созданы культуры дуба. Ясень, как второстепенная и быстро растущая порода, удалялся там во время рубок ухода, которые осуществлялись в 2010 и 2011 гг. Таким образом, к моменту проведения наблюдений на этих участках образовалось значительное количество пневой поросли ясеня в возрасте до 4-х лет, а также появились молодые растения семенного происхождения. Всего на обоих участках описано 94 растения высотой от 0,2 до 4,0 м (в среднем 1,3 м).

Обследованные растения развивались весьма благополучно. У них отмечен хороший текущий прирост, нормально развитые листья и почки, типичная для данного вида окраска ветвей и стволов. Однако у более половины учтенных растений (58,5 %) было обнаружено частичное или полное увядание листовых пластинок, в основном в слабой (не более 5 % пораженных листьев в кроне) и средней (до 30 %) степени, реже зафиксировано сильное поражение (более 30 %) листьев в кроне (у 8,5 % растений). Побурение листовых пластинок начиналось, как правило, с верхушек листочков. При дальнейшем развитии некроза листочки засыхали и скручивались, оставаясь при этом на растении. На отдельных сильно пораженных листьях в основании черешков были отмечены бурые некротические пятна, на которых в условиях влажной камеры появился ржаво-бурый мицелий. Помимо этого, на листьях отмечены поражения другого рода – различные по размеру и окраске пятна, мучнистая роса, пестролистность, а также повреждения минерами и листогрызущими насекомыми, не имеющие широкого распространения.

Идентификация патогенной микобиоты растительных тканей ясеня обыкновенного с признаками инфекционного поражения была выполнена на основании использования

методов ДНК-анализа. Типировка видов основывалась на анализе нуклеотидной структуры ампликонов 18SRNA-ITS1-5,8SRNA-ITS2-28S региона рДНК, полученных в ходе ПЦР с праймерами ITS1F и ITS4 [5, 6]. Исследуемые образцы были проанализированы с использованием метода терминации цепи на генетическом анализаторе ABI Prism 310 (ThermoFisher Scientific, США). Молекулярно-генетическая идентификация видов грибов проводилась по базе данных международного генного банка NCBI (Национальный центр биотехнологической информации, США) [7]. В результате молекулярно-генетического анализа в образцах черешков листьев с признаками некроза идентифицирован инвазивный фитопатогенный гриб *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral et al., который являлся доминирующим. В качестве сопутствующего вида отмечался *Cryptococcus foliicola* F.Y. Bai & Q.M. Wang. В пораженных листьях доминировали фитопатогенные грибы *Venturia fraxini* Aderh., *Phyllactinia fraxini* (DC.) Fuss, *Diplodia* sp., *C. foliicola* F.Y. Bai & Q.M. Wang., а также комплекс видов из рода *Cladosporium*.

Выявленный изолят *H. fraxineus* депонирован в генном банке NCBI с присвоением идентификационного номера KX389179. Сравнительный генетический анализ в базе данных NCBI показал его генетическую идентичность по исследуемому локусу с европейскими изолятами *H. fraxineus* (Беларусь, Польша, Эстония, Финляндия, Словакия, Словения, Швейцария, Франция и некоторые др.) и 99 % сходства с азиатскими (Китай, Япония) [7].

По наблюдениям в июне 2016 г. ситуация на втором участке сильно ухудшилась. Помимо сильного увядания листьев у пораженных растений были зафиксированы многочисленные некрозы коры стволов и крупных ветвей вследствие развития *H. fraxineus*, что также было подтверждено в результате молекулярно-фитопатологической экспертизы. Помимо порослевого ясеня, патоген лишь однажды был выявлен на единично усыхающих ветвях молодого дерева (высотой 7,0 м и диаметром ствола 5,0 см) под пологом старого леса. В ТОЛ периодически встречаются частично сухокронные взрослые ясеневые деревья, однако это явление обусловлено рядом других причин и внешне не ассоциируется с картиной инфекционного усыхания ясеня, вызываемого грибом *H. fraxineus*.

Фитопатологический мониторинг насаждений с участием ясеня будет продолжен с целью выяснения дальнейшего распространения патогена и его роли в экосистемах Теллермановского леса.

Summary

A molecular phytopathological diagnosis of infected leaf and shoot material from European ash growing in the Tellermanovsky forest (Voronezh region, Russia) was carried out. Molecular genetic analysis revealed invasive fungus *Hymenoscyphus fraxineus*, pathogenic micromycetes *Cryptococcus foliicola*, *Venturia fraxini*, *Phyllactinia fraxini*, *Diplodia* sp. and the complex of *Cladosporium* species. Identified species according to the literature associated with decline of *Fraxinus excelsior*. This represents the first report of ash dieback pathogen *H. fraxineus* in the Tellermanovsky forest.

Литература

1. Давиденко Е. В. Основные причины массового усыхания ясеня в центральных и восточных областях Украины // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2015. – Вып. 11. – С. 147–160.
2. Zvyagintsev V. B., Baranov O. Yu., Melnik L. F. Pathogenic fungal diseases of branches of the ash in the drying out plantations in Belarus / Fungi and lichens in the Baltics and Beyond: XVIII Symposium of the Baltic Mycologists and Lichenologists Lithuania, Dubingiai, September 19–23, 2011. – P. 21.
3. Шабунин Д. А., Семакова Т. А., Давиденко Е. В., Васаитис Р. А. Усыхание ясеня на территории памятника природы «Дудергофские высоты», вызванное грибом *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, и морфологические особенности его аскоспор // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. – 2012. – № 1-2. – С. 70–79.
4. Звягинцев В. Б., Баранов О. Ю., Пантелеев С. В. Распространенность некроза ветвей ясеня, вызванного инвазивным микопатогеном *Hymenoscyphus fraxineus* Baral et al., в Подмосковье и вдоль автотрассы М1 // Матер. IX Межд. конф. «Проблемы лесной фитопатологии и микологии», посвященной 90-летию со дня рождения проф. Н. И. Федорова, Минск – Москва – Петрозаводск, 19–24 октября 2015 г. – Минск-Москва-Петрозаводск, 2015. – С. 87–89.
5. Gardes M., Bruns T. D. ITS Primers with enhanced specificity for Basidiomycetes – application to the identification of Mycorrhizae and Rusts // Molecular Ecology. – 1993. – Vol. 2. – P. 113-118. DOI: 10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x
6. White T. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics // In: PCR protocols: a guide to methods and applications. – 1990. – P. 315–322. DOI: 10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1
7. The National Center for Biotechnological Information, NCBI [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. – Date of access: 06.05.2016

УДК 582.284

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДОМОВЫХ ГРИБОВ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ КУЛЬТУР БАЗИДИОМИЦЕТОВ БОТАНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В. Л. КОМАРОВА

Колкер Т. Л.¹, Сазанова К. В.², Псурцева Н. В.², Власов Д. Ю.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, taneya.kl@mail.ru

²Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, barinova-kv@mail.ru, nadyapsu@binran.ru, dmitry.vlasov@mail.ru

Среди базидиомицетов, разрушающих древесину, особое место принадлежит

домовым грибам, которые способны повреждать деловую древесину, деревянные конструкции и постройки, а также памятники культурного наследия. Некоторые виды наносят большой ущерб подземным сооружениям, где используется древесина. Примером тому может служить шахтный гриб. Домовые грибы приводят к огромным ресурсным и материальным потерям. Скорость разрушения древесины очень высока, при этом основным типом поражения древесины является бурая призматическая гниль.

Несмотря на важное практическое значение домовых грибов, физиолого-биохимические особенности у представителей данной группы ксилотрофов изучены недостаточно. Одним из ключевых остается вопрос о том, что же определяет способность этих грибов поселяться на деловой древесине, адаптироваться к антропогенной среде и вызывать интенсивную деструкцию деревянных построек.

Дереворазрушающие грибы обладают различными механизмами разложения древесины, что связано с набором ферментов и вторичных метаболитов, которые они способны продуцировать в процессе жизнедеятельности. Известно, например, что домовый гриб *Serpula lacrymans* обладает способностью воздействовать на древесину не только ферментативным комплексом, но и вторичными метаболитами фенольного типа, которые накапливаются в гифах мицелия [4]. При этом возбудители бурой гнили способны выделять значительное количество щавелевой кислоты, которая может играть заметную роль в деструктивных процессах [1, 2, 3]. По мнению некоторых авторов, активность ксилотрофов может коррелировать с содержанием в мицелии низкомолекулярных веществ [4]. Однако этот вопрос остается недостаточно исследованным.

С целью выявления биосинтетического потенциала разных видов и штаммов домовых грибов было проведено метаболомное исследование их мицелия и изучена способность этих грибов продуцировать органические кислоты.

На основании культурально-морфологических особенностей и результатов молекулярных исследований 27 штаммов домовых грибов из Коллекции культур базидиомицетов БИН РАН [6] было отобрано 15 штаммов, принадлежащих к 6-ти видам для проведения метаболомного анализа и скрининга ацидофицирующей активности (АЦ) (Таблица).

Таблица. Исследованные штаммы домовых грибов из Коллекции LE-BIN

Вид гриба	№ штамма в LE-BIN	Возраст штамма, год выделения	Особенности метаболома	Общая АЦ *
<i>Antrodia xantha</i> (Fr.) Ryvarden	1029	1996	2-пирролидон-5-карбоновая кислота; пинитол; глицерол-3-Р; повышенное содержание ди- и трисахаридов	+

Coniophora puteana (Schumach.) P. Karst.	001	1955	циклогексен-1-карбоновая кислота; тиофен; глицерол-3-Р, глицерол-2-Р; повышенное содержание дисахаридов	++
	006	1970	глицерол-3-Р, глицерол-2-Р	++
	1370	1984	глицерол-3-Р	++
Gloeophyllum sepiarium (Wulfen) P. Karst.	0158	1967	повышенное содержание ди- и трисахаридов, глицерол-2-Р, глицерол-3-Р	±
	2058	2005	пинитол; арабитол; глицерол-3-Р; повышенное содержание ди- и трисахаридов, арабитол	±
	2059	2005	пинитол; арабитол; глицерол-3-Р; орнитин; повышенное содержание ди- и трисахаридов, арабитол	-
	3412	2013	повышенное содержание ди- и трисахаридов	-
	13-НВП- 15	2015	пинитол; арабитол; повышенное содержание ди- и трисахаридов; 2-пирролидон-5-карбоновая кислота	-
Neolentinus lep- ideus (Fr.) Redhead & Ginns	0525	1981	винная кислота; орнитин; глицерол- 2-Р, глицерол-3-Р	-
	0848	1988	винная кислота; глицерол-2-Р, глицерол-3-Р; 2-пирролидон-5- карбоновая кислота	±
	0963	1994	винная кислота; пинитол	-
	2278	2008	винная кислота; эритро-пентитол; арабитол; глицерол-3-Р	-
Serpula lacry- mans (Wulfen) J. Schröt.	1192	2000	пинитол; глицерол-2-Р, глицерол-3-Р	+++
Serpula himanti- oides (Fr.) P. Karst	1368	1997	орнитин; глицерол-3-Р; повышенное содержание органических кислот, особенно оксалата и цитрата	+

*Ацидофицирующая активность: «-» - отсутствие; «±» - следы; от «+» до «+++» – разная степень проявления активности.

Для метаболомного анализа мицелий экстрагировали метанолом, полученный экстракт выпаривали при 40°С, сухой остаток растворяли в пиридине. Далее с использованием N, O-бис-(триметилсилил) трифторацетамида (BSTFA) получали ТМС (триметилсилил) – производные. Анализ проводили методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) на приборе Agilent с масс-селективным детектором 5975С (США), колонка HP-5MS, 30м x 0,25 мм.

Для оценки АЦ грибов использовали экспресс-метод [5], при котором грибы культивировали на 4-х питательных средах с добавлением карбоната кальция в концентрации

5 %. Результаты оценивали по разнице между зоной расщепления субстрата и диаметром колонии. Отсутствие или наличие АЦ выражали символами: от «-» (отсутствие) до «+++» (высокая).

В результате метаболомного профайлинга в составе мицелия всех видов было обнаружено более 200 различных соединений, среди которых были идентифицированы: аминокислоты (глицин, валин, лизин, серин, треонин, фенилаланин, аспарагин, лейцин, пролин, оксопролин, тирозин, аспарагиновая кислота, глутамин), карбоновые кислоты алифатического ряда (пировиноградная, гидроксипропионовая, щавелевая, янтарная, фумаровая, треоновая, яблочная, 2-кетоглутаровая, лимонная, глюконовая; жирные кислоты: олеиновая, стеариновая, линолевая, линоленовая, пальмитиновая), сахароспирты (глицерол, эритритол, хиро-инозитол, мио-инозитол, алло-инозитол, арабитол, маннитол, сорбитол, пинитол), циклические соединения (бензойная кислота, 4-гидроксибензойная кислота), стерины (эргостерол, ситостерол, ланостерол), моно, ди- и трисахариды, другие соединения (фосфат, глицерол-3-Р, глицерол-2-Р, уридин, метил-уридин, аденозин).

Кроме того, в мицелии разных видов домашних грибов были обнаружены и специфические соединения (Таблица). Так, у *Coniophora puteana* были обнаружены циклогексен-1-карбоновая кислота и тиофен. Мицелий *Antrodia xantha* содержал 2-пирролидон-5-карбоновую кислоту и циклический сахароспирт пинитол, который также был обнаружен в мицелии *Serpula lacrymans* и *Gloeophyllum sepiarium*. Мицелий *Serpula himantioides* содержал наибольшее количество органических кислот, особенно оксалата и цитрата. Винная кислота была обнаружена только в мицелии *Neolentinus lepideus*. Мицелий *Neolentinus lepideus* содержал также орнитин и эритро-пентитол. *Gloeophyllum sepiarium* и *Antrodia xantha* отличались высоким содержанием ди- и трисахаридов по сравнению с другими видами.

При сравнении общего метаболомного профиля для разных штаммов грибов одного вида существенные отличия были отмечены для штамма *N. lepideus* 2278 в сравнении с другими штаммами этого вида (0525, 0848, 0963). В метаболомном профиле данного штамма доминировал арабитол при относительно низких концентрациях моно-, дисахаридов и органических кислот, в то время как у штаммов *N. lepideus* 0525, 0848, 0963 явного преобладания арабитола не наблюдалось. Штаммы 0525, 0848 содержали наибольшие количества глицерол-2-Р и глицерол-3-Р по сравнению со штаммами 0963 и 2278. Среди штаммов *Coniophora puteana* также наблюдалась некоторая вариабельность. Штаммы 001 и 006 накапливали большее количество глицерол-3-Р и глицерол-2-Р в сравнении со штаммом 1370. Кроме того, мицелий штамма *C. puteana* 001 содержал значительно больше дисахаридов, чем штаммы 006 и 1370. Метаболомные профили *Gloeophyllum sepiarium* 2058 и 2059 и 13-НВП-15 были практически идентичны, а профиль штамма *Gloeophyllum sepiarium* 0158 значительно отличался. Мицелий штамма *G. sepiarium* 0158 отличался очень высоким содержанием глицерол-2-Р и глицерол-3-Р по сравнению с *G. sepiarium* 2058 и 2059 и низким содержанием арабитола по сравнению с *G. sepiarium*

2058 и 2059 и 13-НВП-15. Можно предположить, что накопление глицерол-3-Р и глицерол-2-Р (промежуточных продуктов гликолиза) свойственно более старым штаммам, обладающим более низкой скоростью роста, и может быть связано с замедлением работы дыхательных ферментов. Эта тенденция наиболее четко прослеживается при сравнении штаммов *Gloeophyllum sepiarium*.

Наиболее высокая АЦ была зафиксирована у домашних грибов из родов *Coniophora*, *Serpula* и *Antrodia* (Таблица). Они известны как одни из наиболее опасных деструкторов древесины. В культурах этих грибов формировались многочисленные кристаллы (дипирамидально призматические), идентифицированные как оксалаты кальция. Их появление можно объяснить выделением грибами щавелевой кислоты в питательную среду. При этом вокруг колоний была хорошо заметна зона осветления среды (растворения карбоната кальция). Наиболее показательные результаты наблюдались на коммерческих средах MEA (для гриба *Serpula lacrymans*) и PDA (для гриба *Coniophora puteana*), на которых зоны растворения были наибольшими.

Полученные данные свидетельствуют о достаточно высоком сходстве метаболомных профилей изученных штаммов домашних грибов по качественному составу идентифицированных соединений, хотя в мицелии нескольких видов были обнаружены специфические метаболиты. Выявленные различия в содержании продуктов гликолиза у разных штаммов одного вида могут быть связаны с возрастом штаммов и обусловлены изменением метаболизма грибов в процессе хранения в субкультуре. Способность к кислотопродукции у домашних грибов существенно варьирует, а самой высокой АЦ обладают наиболее известные и агрессивные представители из группы домашних грибов. Полученные данные могут быть полезны при сравнительном эколого-физиологическом изучении домашних грибов, а также выяснении механизмов их воздействия на древесный субстрат.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 15-04-06211 и 14-04-01795) и СПбГУ (грант 1.37.151.14).

Summary

Domestic fungi strains of various species from the Basidiomycetes culture collection LE-BIN were studied on metabolomic profile and organic acid production. The mycelium of 15 strains from 6 species was analyzed by GS-MS using Agilent MSD 597, column HP-5MS.

Over 200 different substances were revealed in the mycelia of domestic fungi. The majority of identified substances were found in all studied strains, although some species were characterized by specific compounds. Active production of organic acids showed *Coniophora*, *Serpula* and *Antrodia* species. Some trends in strains variety regarding the concentration of glycolysis products were detected for certain species. It is assumed that this difference may be associated with strains storage time in culture conditions which causes changes of fungal metabolism during long-term preservation in subculture. The obtained data can be useful for comparative ecological and physiological study of domestic fungi.

Литература

1. Graz M., Jarosz-Wilkolazka A. Oxalic acid, versatile peroxidase secretion and chelating ability of *Bjerkandera fumosa* in rich and limited culture conditions // *World J. Microbiol. Biotechnol.* – 2011. – Vol. – P. 1885–1891.
2. Makela M. R., Hilden K., Hatakka A., Lundell T. K. Oxalate decarboxylase of the white-rot fungus *Dichomitus squalens* demonstrates a novel enzyme primary structure and non-induced expression on wood and in liquid cultures // *Microbiology.* – 2009. – Vol. 155. – P. 2726–2738.
3. Munir E., Hattori T., Shimada M. Role for oxalate acid biosynthesis in growth of copper tolerant wood-rotting and pathogenic fungi under environmental stress // *The 55th meeting of the Japan wood research society.* – 2005. – P. 1–7.
4. Watkinson S. C., Eastwood D. C. *Serpula lacrymans*, Wood and Buildings // *Advances in Applied Microbiology.* – 2012. – Vol. 78. – P. 121–149.
5. Баринова К. В., Власов Д. Ю., Щипарев С. М. Изучение ацидофицирующей активности микромицетов-биодеструкторов различными методами // *Проблемы медицинской микологии.* – 2008. – Т. 10, – № 2. – С. 27–28.
6. Колкер Т. Л. Изучение штаммов домовых грибов из коллекции культур базидиомицетов LE-BIN // *Тезисы докладов Международной конференции «Ломоносов – 2016».* Секция Биология. Москва. – 2016. – С. 228–229.

УДК 582.284

РАЗНООБРАЗИЕ ЭКТОМИКОРИЗ *PICEA ABIES* В ЕСТЕСТВЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Колмаков П. Ю., Кисова А. С.

Витебский государственный университет имени П. М. Машерова, Беларусь, Витебск, pavel_kolmakov@list.ru

Picea abies – одна из микотрофных пород древесных растений, которая слагает лесные сообщества в центральных и северных районах страны и имеет островное распространение в самой южной ее части. Облигатная микотрофность – одна из существенных черт ее биологии. Вступая в мутуалистические взаимоотношения, *Picea abies* расширяет свои адаптивные возможности, что позволяет ей осваивать более разнообразные местообитания и занимать ключевые позиции в лесных сообществах. Имея поверхностную корневую систему, *Picea abies* остается чувствительной к недостатку влаги в верхних горизонтах почвы, что является одной из причин ее зональности на территории Беларуси.

Целью научного эксперимента являлось изучение разнообразия морфотипов корневых окончаний *Picea abies* в естественных местообитаниях Белорусского Поозерья.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Отобрать почвенные пробы в естественных местообитаниях *Picea abies*;
2. Произвести морфотипирование корневых окончаний в отобранных почвенных пробах;
3. Сделать выводы о распределении и разнообразии морфотипов корневых окончаний *Picea abies*.

Материал и методы. Исследования выполнены в естественных местообитаниях *Picea abies* в подзоне дубово-темнохвойных подтаежных лесов Белорусского Поозерья. Отбор образцов корневых окончаний проводили в вегетационный период 2016 года. Образцы фиксировали в 4 %-ном формалине. Пробы отбирались стальным цилиндром-поршнем длиной 30 см и диаметром 5 см. Эксперимент проводился на пробной площади № 1 (ПП 1). Геоботаническое описание пробной площади выполнено по правилам классификации растительных сообществ в советской геоботанике [1]. Точки отбора самих проб были приурочены к отдельным консорциям *Picea abies*, согласно методике концентрической схемы пробоотбора, с расстоянием от 10 до 100 см от ствола в проекции кроны [2]. Перед изъятием пробы самый верхний неразложившийся слой подстилки удаляли. Почвенные цилиндры затем разделяли на почвенные горизонты, затем производили тщательную отмывку осевых корней и микоризных окончаний *Picea abies* от почвы [3]. Разделение корневых окончаний на отдельные морфотипы производили под бинокулярным микроскопом МБС-10 на основании характера ветвления [4].

Результаты и их обсуждение. Всего было отобрано 25 почвенных проб.

Почвенные цилиндры были разделены на почвенные горизонты:

A_0 — самая верхняя часть почвенного профиля — лесная подстилка, представляющая собой опад растений на различных стадиях разложения — от свежего до полностью разложившегося (удалялся при эксперименте);

A_d — дерновый горизонт;

A_1 — минеральный гумусово-аккумулятивный, содержащий наибольшее количество органического вещества. В почвах, где происходит разрушение алюмосиликатов и образование подвижных органоминеральных веществ, — верхний, темноокрашенный горизонт;

A_2B — горизонт, имеющий черты подзолистого горизонта (A_2) и иллювиального (B).

Выделены следующие морфотипы в почвенных цилиндрах: simple, monopodial-pinnate, monopodial-pyramidal, dichotomous, irregularly pinnate, corraloid.

Разнообразие морфотипов корневых окончаний распределено по почвенному профилю неравномерно. Встречаемость в почвенных пробах разнообразия выделенных морфотипов также различная.

Простые микоризы из группы simple встречаются во всех пробах и в почвенных горизонтах A_d , A_1 . В почвенном горизонте A_d разнообразие морфотипов микоризных окончаний не столь велико и ограничивается простыми микоризами (simple) и моноподиальными микоризами (monopodial-pinnate, monopodial-pyramidal). Обилие микориз в A_d выше

чем в других почвенных горизонтах. Почвенный горизонт A_1 характеризуется большим разнообразием морфотипов корневых окончаний, но более низким обилием самих микориз. Горизонт A_2B уже не содержит значительного числа микоризных окончаний.

В горизонте A_d отмечено большее количество мертвых корневых окончаний, чем в горизонте A_1 . Это объясняется наибольшей амплитудой и частотой варьирования температурных режимов и режима влажности в течение всего вегетационного периода.

Заключение. Корневые эктомикоризные окончания *Picea abies* расположены в верхних слоях почвенного профиля и разнообразны по своим морфотипам. Наиболее часто встречаются простые бесструктурные микоризы и моноподиальные микоризы в A_d , A_1 почвенных горизонтах. В горизонте A_d отмечено большое количество мертвых корневых окончаний. Это объясняется наибольшей амплитудой и частотой варьирования режима влажности в течение всего вегетационного периода. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что наибольшим ограничивающим абиотическим фактором, влияющим на распространение ели обыкновенной в республике являются значения влажности, а именно длительные периоды засухи, которые ведут к обезвоживанию A_d горизонта почвенного профиля и, соответственно, гибели большого числа эктомикоризных корневых окончаний *Picea abies*.

Summary

The article is devoted to the diversity of the ectomycorrhizae *Picea abies* in the natural environment of the Belarusian Lake District. The morphotypes of the roots have been examined. The simple amorphous mycorrhizae and monopodial mycorrhizae are the most widespread in the top soil.

Литература

1. Александрова В. Д. Классификация растительности – 1969. Ленинград: Наука. – 276 с.
2. Suvil T. Ectomycorrhizal fungal diversity of birch in Tagamoisa wooded meadow and the adjacent forest // Master of Science Thesis. – 2005. Tartu. – 46 p.
3. Малышева В. Ф., Малышева Е. Ф., Коваленко А. Е., Пименова Е. А., Громыко М. Н., Бондарчук С.Н. // Эктомикоризные симбионты *Pinus koraiensis* в лесах центрального Сихотэ-Алиня, выявленные на основании анализа рДНК микоризных окончаний // Микол. и фитопатол. – 2014. – Т. 48, – Вып. 6. – С. 372–385.
4. <http://www.deemy.de>.

УДК 632.4:633.88

ОЦЕНКА ПОРАЖАЕМОСТИ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ SCORZONERA GLABRA, COTONEASTER MELANOCARPUS, LASERPITIUM LATIFOLIUM ФИТОПАТОГЕННЫМИ МИКРОМИЦЕТАМИ

Кориняк С. И., Лебедько В. Н.

Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, SS70@mail.ru

Для сохранения растительных комплексов важное значение имеет оценка их фи-

тосанитарного состояния, а также определение видового разнообразия грибов, вызывающих болезни высших сосудистых растений. Среди заболеваний наиболее распространены пятнистости листьев, причиной возникновения и развития которых являются анаморфные (несовершенные) грибы, оказывающие негативное воздействие на развитие растений, что, в свою очередь, ведет к гибели организма, а порой к возникновению эпифитотий и вымиранию популяций. Поэтому выявление вышеупомянутых микромицетов, определение их распространения и степени поражения растений, разработка мер борьбы с фитопатогенами и внедрение защитных мероприятий имеют существенное значение для сохранения редких, исчезающих видов растений на особоохраняемых территориях Беларуси.

Ботанические исследования проводились в вегетационные периоды 2010–2015 годов в национальных парках «Нарочанский», «Браславские озера», а также в Ратомском лесничестве Минской области. Изучение микобиоты растений сопровождалось сбором гербарного материала для дальнейших микологических исследований. Собранные образцы пораженных частей растений проходили камеральную обработку в лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси. При гербаризации материала и определении видового состава микромицетов использованы общепринятые методы, описанные В. И. Билай [1]. Для оценки степени поражения применяют определенные шкалы, где интенсивность поражения выражают баллами или процентами, где 0 – отсутствие поражения. 1 – поражено до 1/5 поверхности листа, 2 – поражено от 1/5 до 1/3 поверхности листа, 3 – поражено от 1/3 до 2/3 поверхности листа, 4 – поражено более 2/3 поверхности листа. Распространенность, или частота встречаемости болезни (p), определяется подсчетом здоровых и больных растений и вычисляется по формуле: $p = N \times 100 / N$. Где p – распространенность болезни в процентах, N – общее количество учтенных растений (здоровых и больных), N – количество больных растений. Номенклатура таксонов принята по С. К. Черепанову [9]. Названия нижеприведенных видов грибов, а также их анаморфы приведены в соответствии с требованиями международной микологической глобальной базы данных Index fungorum [12]. Образцы пораженных растений *Scorzonera glabra* Rupr, *Cotoneaster melanocarpus* Lodd., *Laserpitium latifolium* L. хранятся в Гербарии лаборатории Микологии (MSK-F) ГНУ ИЭБ НАН Беларуси.

Scorzonera glabra Rupr. (= *S. ruprechtiana* Lipsch. et Krasch. ex Lipsch.). (Asteraceae). Козелец голый, семейство астровые. Произрастает в сосново-березовом лесу на крутом сухом эродированном склоне моренного холма с песчано-галечниковыми обнажениями в котловине озера Глубелька. Это единственное местонахождение на территории Беларуси. Здесь отмечены единичные экземпляры и небольшие группы растений на очень ограниченной площади. Данная популяция насчитывает несколько десятков особей. Статус. I категория национального природоохранного значения. Включен в Красную книгу Бела-

руси 1–4-го изданий (1981, 1993, 2005, 2015) [4]. Вид встречается в Восточной Европе, на севере России, Северной, Центральной, Восточной и Юго-Восточной Азии. Реликтовый бореально горно-таежный вид, находящийся на территории Беларуси в изолированном локалитете на значительном удалении от южной границы северо-европейского равнинно-таежного фрагмента ареала [4, 8]. В Беларуси впервые обнаружен Г. В. Вынаевым в 1976 году в Минской области, Мядельском районе, окрестностях деревни Ольшево на территории ГПУ НП «Нарочанский».

Микромицеты, обнаруженные на *Scorzonera glabra* Rupr.

Myrothecium tranzschelianum Zerova & Tropova [as ‘*Transchelianum*’], in Zerova, Zh. bio. -bot. Tsyklu, Kyev., 1933: 158 (1933). Anamorphic *Hypocreales* [3]. Патоген, вызывает пятнистости листьев на видах рода *Scorzonera*.

Monodictys castaneae (Wallr.) S. Hughes, Can. J. Bot. 36: 785 (1958). Anamorphic *Dothideomycetes* [10]. Сапротроф, обитает в почве, воздухе, на различных субстратах, на отмерших травянистых растениях, встречается повсеместно.

Thielaviopsis basicola (Berk. & Broome) Ferraris, Fl. ital. crypt., Fungi 1 (8): 233 (1912). Syn.: *Torula basicola* Berk. & Broome, Ann. Mag. nat. Hist., Ser. 2 5: 461 (1850)., *Trichocladium basicola* (Berk. & Broome) J.W. Carmich., in Carmichael, Kendrick, Connors & Sigler, Genera of *Hyphomycetes* (Edmonton): 185 (1980). Anamorphic *Ceratocystis* [3, 5]. Как сапротроф встречается в почве, на растительных остатках.

Сроки появления заболевания, вызванного анаморфными грибами — июнь, начало июля. Степень поражения в течение вегетационного периода с момента появления первых признаков возрастает от 0 до 3 баллов. Распространенность заболевания (пятнистости), вызываемого фитопатогенными микромицетами, в пределах популяции *Scorzonera glabra* к концу вегетационного периода достигает 100 %.

Cotoneaster melanocarpus Fisch. ex Blytt (Rosaceae). Кизильник черноплодный, семейство розоцветные. Произрастает преимущественно на хорошо прогреваемых открытых и закустаренных склонах озерных котловин, редко как подлесок в сосновом лесу. Предпочитает богатые карбонатами почвы. Встречается одиночными экземплярами и небольшими группами в северной части Республики. Статус. II категория национального природоохранного значения. Включен в Красную книгу Республики Беларусь 2–4-го изданий (1993, 2005, 2015) [4]. Распространен в Атлантической, Центральной и Восточной Европе, Средиземноморье, Северной, Западной (Кавказ), Центральной и Восточной Азии. Евразийский вид, находящийся на территории Беларуси в изолированных локалитетах в пределах ареала [4, 6]. В Беларуси впервые обнаружен В. А. Михайловской в 1955 году в Минской области, Мядельском районе, окрестностях деревни Наносы, на западном берегу озера Нарочь.

Микромицеты, обнаруженные на *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt.

Alternaria alternata (Fr.) Keissler. Anamorphic *Lewia*. [3, 5, 10, 11]. Обычный са-

протроф, на растительных субстратах, в почве. Космополит. Местонахождение: Окр. дер. Кезики, 2,4 км на восток, южный склон невысокого холма, ксеромезофильный луг.

Cladosporium cladosporioides (Fres.) de Vries, Contrib. Anamorphic Davidiella [3, 5, 7, 10]. Сапротроф, на растительных субстратах, в почве. Распространен повсеместно, космополит. Местонахождение: Мяд. Нар. лесн., окр. дер. Наносы, кв. 109.

Cladosporium macrocarpum Preuss, in Sturm, Deutschl. Krypt. – Fl. (Leipzig) 6: 27 (1848). Anamorphic Davidiella [3, 5, 7, 10]. Сапротроф, на растительных субстратах, в почве. Распространен повсеместно, космополит. Местонахождение: Окр. дер. Кезики, 2,4 км на восток, южный склон невысокого холма, ксеромезофильный луг.

Entomosporium mespili (DC.) Sacc. Michelia 2 (no. 6): 115 (1880). Syn.: *Xyloma mespili* DC. 1830. Anamorphic Diplocarpon [2]. Патоген, вызывает пятнистости листьев. Местонахождение: окр. дер. Кезики, 2,4 км на восток, южный склон невысокого холма, ксеромезофильный луг. Мяд. Нар. лесн., окр. дер. Наносы, кв. 109.

Сроки появления заболевания, вызванного анаморфными грибами, — начало или середина июля. Степень поражения в течение вегетационного периода с момента появления первых признаков возрастает от 0–2, а иногда до 3 баллов. Распространенность заболевания (пятнистости), вызываемого фитопатогенными микромицетами, в пределах популяции *Cotoneaster melanocarpus* к концу вегетационного периода достигает 70 %.

Laserpitium latifolium L. (Ariaceae). Гладыш широколистный, семейство сельдерейные. Произрастает в осветленных широколиственных и хвойно-широколиственных лесах. Предпочитает рыхлые, богатые гумусом карбонатные почвы. Встречается спорадически, единичными экземплярами или небольшими группами преимущественно на возвышенностях Белорусской гряды. Статус. III категория национального природоохранного значения. Включен в Красную книгу Республики Беларусь 1 и 4-го изданий (1981, 2015). Распространен в Скандинавии (юг), Атлантической, Средней и Восточной (западные области) Европе, Средиземноморье (Балканы) [4]. Среднеевропейский реликтовый вид, находящийся в Беларуси на северо-восточной границе ареала. Первые находки на территории Республики Беларусь относятся к началу 20-х годов 20 столетия.

Микромицеты, обнаруженные на *Laserpitium latifolium* L.

Septoria phlyctaeniformis Bubák & Kabát, Annls mycol. 5: 43 (1907). Anamorphic *Mycosphaerella* [3]. Патоген, вызывает пятнистости листьев. Местонахождение: Минская обл, Ратомское лесничество, кварталы 38 – ельник чернично-кислично мшистый, 32 – сосняк чернично-мшистый, 87 – дубрава разнотравная.

Ramularia rhaetica (Sacc. et Wint.) Jaar. Anamorphic *Mycosphaerella* [3]. Патоген, вызывает пятнистости листьев. Местонахождение: Минская обл, Ратомское лесничество, кварталы 38 – ельник чернично-кислично мшистый, 32 – сосняк чернично-мшистый, 87 – дубрава разнотравная.

Сроки появления заболевания, вызванного анаморфными грибами — середина

июня. Степень поражения в течение вегетационного периода с момента появления первых признаков возрастает от 0–1 балла. Распространенность заболевания (пятнистости), вызываемого фитопатогенными микромицетами *Laserpitium latifolium* к концу вегетационного периода достигает 90 %.

В результате проведенных исследований растений выявлено 9 видов анаморфных микромицетов. Таксономический анализ выявленной микобиоты показывает, что большинство идентифицированных грибов родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Monodictys* в сформировавшихся микоценотических комплексах являются сапротрофными. Однако наличие отдельных очагов инфекции указывает на то, что при благоприятных для развития грибов погодных условиях, наряду с патогенами (грибы родов *Entomosporium*, *Myrothecium*, *Septoria*, *Ramularia*), сапротрофы также могут выступать в роли возбудителей пятнистостей вегетативных органов и провоцировать развитие эпифитотий. Таким образом, результаты проделанной работы свидетельствуют о необходимости проведения систематических исследований, а также разработки и внедрения профилактических мер борьбы с данной группой грибов, что позволит свести к минимуму ущерб, наносимый фитопатогенами, и сыграет существенную роль в вопросах сохранения биоразнообразия флоры в первую очередь на особоохраняемых природных территориях Беларуси.

Summary

The article told about mycology research having been done at the vegetation periods of time 2010-2015 at the territory of National parks «Narochanskij», «Braslav lakes» and also Ratomskoe forestry. At the forest and meadow phytocenoses the work to collection of plants and identification of anamorphic fungi was done. In result of the work 9 species of fungus on *Scorzonera glabra*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Laserpitium latifolium* were identified. Some of them are agents of plants spots. Under the auspicious weather conditions the pathogens can be represent a danger for higher plants of forest and meadow phytocenoses.

Литература

1. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. – Киев: Наукова думка, 1982. – 552 с.
2. Василевский, Н. И. Паразитные несовершенные грибы. Определитель: в 2 т. / Н. И. Василевский, Б. П. Каракулин. – М.Л.: Академия наук СССР, 1937. – Т. 2: Меланкониальные. – 457 с.
3. Визначник грибів України. Несовершені гриби / С. Ф. Морочковский, [и др.]; под общ. ред. Д. К. Зерова. – Київ: Наукова думка, 1971. – Т. 3. – 696 с.
4. Красная книга Республики Беларусь. Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / М. Е. Никифоров [и др.]; под общ. ред. И. Н. Качановского. – Минск: Беларуская энцыклапедыя імя Петруся Броўкі. – 448 с.

5. Пидопличко Н. М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель: в 3 т. – Киев: Наукова думка, 1977. – Т. 2: Грибы несовершенные. – 299 с.
6. Пояркова, А. И. Род *Cotoneaster* / А. И. Пояркова // Флора СССР: в 30 т. / под ред. С. В. Юзепчука. – М.; Лн.: Изд-во АН СССР, 1939. – Т. 9. – С. 319–333.
7. Флора споровых растений Казахстана. Несовершенные грибы. Монилиальные / С. Р. Шварцман [и др.]; под общ. ред. С. Р. Шварцмана. – Алма-Ата: Наука, 1975. – Т. VIII. – Ч. 2. – 520 с.
8. Цвелев, Н. Н. Род *Scorzonera* / Н. Н. Цвелев // Флора Европейской части СССР / под ред. Н. Н. Цвелева. – Л.: Наука, 1989. – Т. 8. – С. 37–46.
9. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб: Мир и семья, 1995. – 991 с.
10. Ellis M. B. Dematiaceous hyphomycetes. 1-t ed. Surrey: Kew, 1971. – 608 p.
11. Ellis M. B. More dematiaceous hyphomycetes. 2-d ed. Surrey: Kew, 1976. – 507 p.
12. Kirk, P. M. Index of fungi / P.M. Kirk // The global fungal nomenclator [Electronic resource]. – The CABI, 2003–2004. – Mode of access: <http://indexfungorum.org/> – Date of access: 12.05.2016.

УДК 632.4:633.88

**ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ НА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ СЕМЕЙСТВА ASTERACEAE,
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БЕЛАРУСИ**

Кориняк С. И.

ГНУ Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси,
SS70@mail.ru

Рост потребностей фармацевтической промышленности Республики Беларусь в сырье растительного происхождения обуславливает необходимость культивирования лекарственных растений как аборигенной флоры, так и введенных в культуру из регионов, находящихся вне территории Беларуси.

Наряду с проблемой производства лекарственного сырья в условиях культуры обострится проблема его поражения фитопатогенными микромицетами. К их числу относятся анаморфные грибы, являющиеся возбудителями заболеваний, вызывающими снижение продуктивности агрофитоценозов, ухудшение качества растительного сырья, а порой и гибели целых популяций. В связи с этим исследования заболеваний культивируемых лекарственных растений ставят своей целью сохранение биоразнообразия растений в агроценозах, сохранение, а по возможности улучшение качества конечной продукции, а также изучение роли и поведения грибов в антропогенных экосистемах.

Гербарный материал с симптомами поражения собран в Цеху лекарственных трав Коммунального унитарного предприятия Минская овощная фабрика. Собранные образцы проходили камеральную обработку в лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси. При гербаризации материала и определении видового состава микромицетов использованы общепринятые методы, описанные В. И. Билай [1]. Для оценки степени поражения применяют определенные шкалы, где интенсивность поражения выражают баллами или процентами. 0 – отсутствие поражения, 1 – поражено до 1/5 поверхности листа, 2 – поражено от 1/5 до 1/3 поверхности листа, 3 – поражено от 1/3 до 2/3 поверхности листа, 4 – поражено более 2/3 поверхности листа. Названия нижеприведенных видов грибов отвечают требованиям международной микологической глобальной базы данных – Index fungorum [12]. Для определения и уточнения видовых названий растений использованы online определитель растений Plantarium [5], а также монография Н. Н. Цвелева [10].

Далее приведен перечень растений-хозяев, указываются ареалы их естественного происхождения, приведены идентифицированные фитопатогенные виды грибов, а также степень поражения растений грибами.

Atractylodes ovata (Thunb.) DC. Северо-Восточный Китай [3, 8]. Степень поражения микромицетами *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Cladosporium cladosporioides* Fres. [2, 6, 11] – от 1 до 2 баллов.

Calendula officinalis L. Средиземноморье до Ирана [3]. Степень поражения микромицетами *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Alternaria zinniae* M.B. Ellis., *Cercospora calendulae* Sacc., *Cladosporium macrocarpum* Preuss. [2, 6, 11] – от 1 до 3 баллов.

Echinacea purpurea (L.) Moench. Северная Америка [3]. Степень поражения микромицетами *Ramularia rudbekiae* Peck., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Alternaria rudbekiae* Nellen., *Cercospora tabacina* E. et E., *Ascochyta doronici* Allesch. [2, 4, 6, 11] – от 1 до 2 баллов.

Echinops sphaerocephalus L. Южная и Средняя Европа, Балканы и Малая Азия, Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Средняя Азия. В Беларуси культивируется, дичает, встречается на суходольных луговинах, в зарослях кустарников по крутым берегам рек, по сорным местам, обочинам дорог и травянистым склонам, вблизи жилья, в окрестностях городов Брест и Минск, в Мядельском районе Минской области, Витебском, Городокском, Лиозненском, Бешенковичском и Шумилинском районах Витебской области и Кореличском районе Гродненской области, редко [3]. Степень поражения микромицетами *Ovularia lanosa* Jacz., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler. [2, 6, 11] – от 1 до 2 баллов.

Inula helenium L. Средняя и Юго-Восточная Европа, Малая Азия, Северная Америка, Кавказ, Крым, Средняя Азия, Алтай. В Беларуси культивируется в садах, парках, на приусадебных участках, иногда дичает и тогда встречается по берегам водоемов, зарослям кустарников, мусорным местам у дорог, по всей территории республики изредка [3]. Степень поражения микромицетами *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Ascochyta sonchi*

(Sacc.) Grove. *Ramularia inulae* Sacc. [2, 4, 6, 7, 11] – от 1 до 2 баллов.

Solidago caucasica Kem.-Nath. Кавказ, Северный Кавказ, Северная Осетия [3]. Степень поражения микромицетами *Ovularia occulta* Sacc., *Cylindrocarpon album* (Sacc.) Wt., *Phoma oleracea* Sacc. var. *solidaginis* Sacc., *Septoria virgaureae* Desm. [2, 6, 9, 11] – от 1 до 3 баллов.

Tussilago farfara L. Европа, Западная и Восточная Сибирь, Средняя Азия, Малая Азия. Распространен по всей территории Беларуси, встречается часто [3]. Степень поражения микромицетами *Ascochyta tussilaginis* Oud. *Ramularia brunneae* Sacc., *Ectosroma farfarae* Dietr. [2, 4, 6] – 1 балл.

В результате проведенных ботанико-микологических работ на территории цеха лекарственных трав КУП МОФ исследовано 7 видов растений принадлежащих к семейству, *Asteraceae*, на которых идентифицировано 19 видов микромицетов. Вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что лекарственные растения, как аборигенные, так и введенные в культуру Беларуси из иных регионов Земного шара, в значительной степени страдают от поражений, вызванных анаморфными грибами, когда степень поражения порой достигает 3 баллов, т. е. поражено до 2/3 поверхности листа.

В связи с этим чрезвычайно актуальность приобретает вопрос о разработке системы защитных мероприятий, имеющих профилактический характер (поддержание необходимой кислотности почвы, своевременный полив, прополка, уборка растительных остатков, уборка урожаев, возможно, обработка вегетирующих растений бордосской смесью, предпосевная и послеуборочная культивация и обработка почвы), которая, с одной стороны, позволит свести к минимуму ущерб, наносимый болезнями, но в то же время позволит избежать наличия фунгицидов в лекарственном сырье, т. е. будет экологически безопасной, а также сохранить и расширить видовое разнообразие лекарственных растений в культурах в условиях Беларуси.

Summary

At the territory of medicinal herbs department of “MVF” factory the work to collection of damaged plants was done. In result of the work 19 species of anamorphic fungi on medicinal herbs of *Asteraceae* family were detected. Much of them are harmful to herbs damaging of their leaves.

Литература

1. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. – Киев: Наукова думка, 1982. – 552 с.
2. Визначник грибів України. Несовершені гриби / С. Ф. Морочковский, [и др.]; под общ. ред. Д. К. Зерова. 1-е изд. – Київ: Наукова думка, 1971. – Т. 3. – 696 с.
3. Вульф, Е. В. Мировые ресурсы полезных растений: пищевые, кормовые, технические, лекарственные / Е. В. Вульф, О. Ф. Малеева. – Ленинград: Наука, 1969. – 566 с.
4. Мельник В. А. Определитель грибов рода *Ascochyta* Lib. – 1-е изд. – Ленинград: Наука,

1977. – 246 с.

5. Орешкин Д. Plantarium / Д. Орешкин, Д. Мирин // Определитель растений on-line. – Copyright © 2003–2009. – Mode of access: <http://www.plantarium.ru/> – Date of access: 29.04.2016.
6. Пидопличко Н. М. Грибы-паразиты культурных растений. – Киев: Наукова думка, 1977. – Т. 2. – 299 с.
7. Пидопличко Н. М. Грибы – паразиты культурных растений. Пикнидиальные грибы. – Киев: Наукова думка, 1977. – Т. 3: – 232 с.
8. Сосудистые растения советского Дальнего Востока: в 7 т. / редкол.: С. С. Харкевич (гл. ред.) [и др.]. – Санкт-Петербург: Наука, 1986–1995. – Т. 6: Сложноцветные / В. Ю. Баркалов [и др.]. 1992. – 430 с.
9. Тетеревникова-Бабаян Д. Н. Грибы рода *Septoria* в СССР. – Ереван: АН Арм ССР, 1987. – 479 с.
10. Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России. – Санкт-Петербург: СПХФА, 2000. – 782 с.
11. Ellis M. B. Dematiaceous hyphomycetes. 1-t ed. – Surrey: Kew, – 1971. – 608 p.
12. Kirk P. M. Index of fungi. The global fungal nomenclator [electronic resource]. – The SABI, 2003–2004. – <http://www.indexfungorum.org/> – Date of access: 27.04.2016.

УДК 582.288

**ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ПАТОГЕННОСТЬ МИКРОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ
ИЗ АНТРОПОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ И ФОНОВЫХ ПОЧВ
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

Корнейкова М. В.¹, Лебедева Е. В.²

¹Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты, Россия, korneykova@iner.ksc.ru

²Ботанический институт им. В. Л. Комарова, Санкт-Петербург, Россия, mayk202@yandex.ru

Мурманская область является одним из наиболее промышленно развитых регионов Севера России. Крупными предприятиями, воздействующими на природные экосистемы Кольского Севера, являются Кандалакшский алюминиевый завод (КАЗ) и медно-никелевые комбинаты «Североникель» и «Печенганикель». Выбросы предприятий оказывают негативное воздействие на состояние воздуха, почвы и почвенной микобиоты, влияют на видовой состав, структуру комплексов микромицетов. Последствия суммарного воздействия всех видов загрязнений как на окружающую среду, так и на здоровье человека до сих пор еще полностью не изучены. Возникает необходимость изучения влияния антропогенных факторов на накопление потенциально-патогенных грибов (ППГ) в окружающей среде.

В связи с тем, что с каждым годом растет число микотических заболеваний, вызываемых оппортунистическими грибами, необходимо обратить внимание на виды из окружающей среды, потенциально способные проявить патогенные свойства, и на экологические ниши, условия существования в которых могут приводить к стимулированию факторов патогенности некоторых штаммов микромицетов [13]. Данные многих исследователей [4, 6, 7, 8, 11] свидетельствуют о возрастании доли ППГ на урбанизированных территориях, в придорожных зонах автомагистралей, местах сельскохозяйственного использования, в районах крупных промышленных предприятий и нефтехимических заводов, что, в свою очередь, отражается на состоянии здоровья людей, проживающих в этих регионах. Ранее нами выявлено увеличение доли ППГ на 15-20 % в лесных Al-Fe-гумусовых подзолистых почвах, находящихся под воздействием выбросов алюминиевого и медно-никелевых предприятий, а также при загрязнении стабильным газовым конденсатом по сравнению с фоновой почвой. При загрязнении окультуренного подзола дизельным топливом и газовым конденсатом доля потенциально патогенных грибов возрастала на 20-25 % [7].

Известно, что ППГ характеризуются определенными свойствами: способностью роста при температуре 37 °С, для них характерны мицелиально-дрожжевой диморфизм, меланизация клеток, образование капсул, способность к адгезии и экстраклеточной секреции протеаз и фосфолипаз и др. [1].

В последнее время большое внимание уделяется исследованию ферментной активности грибов – клинических патогенов человека, но очень мало исследований [2, 3], посвященных возможной патогенности грибов, обитающих в почве, воздухе и других средах. Протеазная активность позволяет грибам разрушать поверхностные роговые слои кожи, фосфолипазная - мембраны клеток тканей человека и активно их инвазировать, т. е. вызывать глубокие микозы. В то же время для выявления потенциальных возбудителей глубоких микозов, в первую очередь, важно учитывать их выживаемость при температуре 37 °С.

Целью работы было исследование протеазной, фосфолипазной активности и способности роста при температуре 37 °С ППГ, выделенных из почв Кольского полуострова, а также проведение сравнительного анализа степени патогенности у штаммов грибов, выделенных из чистых и загрязненных выбросами алюминиевого предприятия почв.

Определение протеазной активности микромицетов проводили на питательной среде с добавлением бычьего сывороточного альбумина [12]; фосфолипазной активности – на среде с яичным желтком [15]. После инокуляции чашки инкубировали 10 суток, после чего проводили измерение диаметра колоний и зоны просветления вокруг них (протеазная активность) и зоны преципитации (фосфолипазная активность). Расчет коэффициентов активностей проводили по формуле: $P = 1 - \frac{D_k}{D_k + Z_p}$, где P – показатель протеазной/фосфолипазной активности, D_k – диаметр колонии, Z_p – зона просветления/преципитации. Способность роста грибов при 37 °С определяли на 7 сутки.

Всего в исследованных почвах Кольского полуострова был выделен 51 вид микроскопических грибов из 27 родов, относящихся к группе потенциально патогенных [5, 9, 10, 14]. Наибольшее количество видов ППГ было выделено из родов *Penicillium* – 11 видов, *Aspergillus* – 6 видов. Рода *Cladosporium* и *Phoma* представлены каждый по 3 вида; pp. *Alternaria*, *Mucor*, *Muxotrichum*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma* – по 2 вида; pp. *Acremonium*, *Amorphotheca*, *Aureobasidium*, *Cephalotrichum*, *Chaetomium*, *Clonostachys*, *Gibberella*, *Fusarium*, *Haematonectria*, *Gongronella*, *Lecanicillium*, *Paecilomyces*, *Pseudogymnoascus*, *Purpureocillium*, *Rhizopus*, *Rhodotorula*, *Sarocladium*, *Stachybotris* – по 1 виду.

В работе было проанализировано 75 штаммов микромицетов, из них 48 – представители 24 видов, выделенные из чистой и загрязненной выбросами алюминиевого предприятия почвы.

Протеазная активность была выявлена у 41 штамма (55 %) (табл.). Коэффициент протеазной активности изменялся от 0 до 0.4. Наиболее существенные значения коэффициента (0.2–0.4) отмечались у 16 штаммов. Самыми активными были *Aspergillus fumigatus*, *A. versicolor*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium commune*.

Фосфолипазная активность обнаружена у 20 изолятов (27 %). Величина коэффициента фосфолипазной активности изменялась от 0.1 до 0.3. Наибольшие значения коэффициента были отмечены у *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium decumbens*, *P. commune*, *P. purpurogenum*, *Rhizopus stolonifer*, *Lecanicillium lecanii*. При температуре 37 °C рост отмечался у 31 штамма (41 %) из 75 тестируемых.

Таблица. Результаты культурального тестирования микромицетов, выделенных из почв Кольского полуострова

Вид	Активность		Рост при t=37 °C
	Протеазная	Фосфолипазная	
<i>Acremonium kiliense</i> Grütz	–	–	+
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	–	–	+
<i>A. botrytis</i> (Preuss) Woudenberg & Crous	+	–	+
<i>Amorphotheca resinae</i> Parbery*	+/-	+/+	+/-
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen.*	+/-	+/-	+/+
<i>A. glaucus</i> (L.)Link	–	–	–
<i>A. niger</i> Tiegh	+	+	+
<i>A. flavus</i> Link	+	–	–
<i>A. sydowi</i> (Bainier et Sartory) Thom et Church	+	–	+
<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tirab.*	+/-	+/+	-/-
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud	–	–	–
<i>Cephalotrichum stemonitis</i> (Pers.) Nees	+/-	-/-	+/-
<i>Chaetomium bostrychodes</i> Zopf	–	–	+
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	–	–	–
<i>C. oxysporum</i> Berk. Et M.A. Curtis	–	–	–
<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link*	+/-	-/-	+/-

<i>Clonostachys rosea</i> (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams*	-/+	-/-	-/+
<i>Gibberella fujikuroi</i> (Sawada) Wollenw.	-	-	+
<i>Fusarium oxysporum</i> Schldtl.	-	-	-
<i>Haematonectria haematococca</i> (Berk. & Broome) Samuels & Rossman	-	-	+
<i>Gongronella butleri</i> (Lendn.) Peyronel et Dal Vesco	+	-	-
<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.) Zare et W. Gams)*	-/-	-/-	+/-
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer*	+/-	-/-	-/-
<i>M. racemosus</i> Fresen.	-	-	+
<i>Myxotrichum cancellatum</i> W. Phillips	+/-	-/-	-/-
<i>M. deflexum</i> Berk.	-	-	+
<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier *	+/-	+/-	+/+
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx*	+/-	+/-	-/-
<i>P. canescens</i> Sopp*	+/+	-/+	-/-
<i>P. citrinum</i> Thom	-	-	-
<i>P. commune</i> Thom	+	+	+
<i>P. decumbens</i> Thom*	+/+	-/+	-/-
<i>P. glabrum</i> (Wehmer) Westling*	+/+	-/-	-/-
<i>P. janthinellum</i> Biourge*	-/+	+/+	-/-
<i>P. miczynskii</i> K.M. Zaleski*	+/-	+/+	-/-
<i>P. purpurogenum</i> Stoll	+	+	+
<i>P. simplicissimum</i> (Oudem.) Thom*	+/+	-/-	-/-
<i>P. spinulosum</i> Thom*	+/+	-/+	-/-
<i>Phoma glomerata</i> (Corda) Wollenw. et Hochapfel*	+/-	-/-	-/-
<i>Ph. eupyrena</i> Sacc.	-	-	-
<i>Ph. herbarum</i> Westend	-	-	-
<i>Pseudogymnoascus pannorum</i> (Link) Minnis & D.L. Lindner*	+/+	-/-	+/+
<i>Purpureocillium lilacinum</i> (Thom) Luangsa-ard, Houbraken, Hywel-Jones & Samson	-	-	+
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.*	+/+	-/-	+/+
<i>Rhodotorula</i> sp.	-	-	-
<i>Sarocladium strictum</i> (W. Gams) Summerb	-	-	+
<i>Scopulariopsis brumptii</i> Salv.-Duval	+	-	-
<i>S. communis</i> Bainier*	+/+	-/+	-/-
<i>Stachybotrys chartarum</i> (Ehrenb.) S. Hughes	-	-	+
<i>Trichoderma viride</i> Pers.*	+/+	+/+	+/-
<i>T. koningii</i> Oudem.*	+/+	-/-	+/+

Примечание: * проанализировано по 2 штамма (из чистой и загрязненной почвы); через черту: штамм из загрязненной почвы/штамм из фоновой почвы.

Наиболее корректно анализировать потенциальную вирулентность микромицетов на основании комплексной оценки факторов патогенности. Было установлено, что 17 штаммов (23 %) не имели ни одного фактора патогенности, 30 штаммов (40 %) обладали

хотя бы одним фактором патогенности и 19 штаммов (25 %) – двумя факторами патогенности. Наиболее опасными для человека были 7 штаммов грибов из 75 исследованных, что составило 9 % от общего количества выделенных штаммов: *Amorphotheca resinae* st.1, *Aspergillus fumigatus* st.1, *A. niger*, *Paecilomyces variotii* st.1, *Penicillium commune*, *P. purpurogenum*, *Trichoderma viride* st.1. У этих видов были выявлены все исследуемые факторы потенциальной патогенности. Они обладали протеазной и фосфолипазной активностью и способностью роста при 37 °С. Клинические исследования подтверждают, что данные виды являются возбудителями микозов эндогенного и экзогенного характера, аллергических реакций [10, 14].

Для сравнительной оценки степени патогенности штаммов грибов было протестировано 24 вида (48 штаммов) микромицетов, выделенных из чистых почв и почв, загрязненных выбросами алюминиевого предприятия. У пяти видов *Penicillium glabrum*, *P. simplicissimum*, *Pseudogymnoascus pannorum*, *Rhizopus nigricans*, *Trichoderma koningii* (21 % от общего числа) не было отмечено разницы в проявлении трех тестируемых параметров в зависимости от присутствия загрязняющих веществ в почве. У 13 видов (54 % от общего числа) штаммов, выделенных из загрязненной почвы, отмечалось появление или усиление одного из параметров, характеризующих потенциальную опасность грибов для человека. У 5 видов (38 %): *Aspergillus versicolor*, *Muxotrichum cancellatum*, *Mucor hiemalis*, *Penicillium miczynskii*, *Phoma glomerata* при загрязнении появлялась только протеазная активность, у 3 видов (23 %): *Aspergillus fumigatus*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium aurantiogriseum* – протеазная и фосфолипазная, еще у 3 видов (23 %): *Amorphotheca resinae*, *Cephalotrichum stemonitis*, *Cladosporium herbarum* – протеазная активность и способность роста при 37 градусах и у 2 видов (15 %): *Lecanicillium lecanii*, *Trichoderma viride* – только способность роста при температуре человеческого тела. У 6 видов из 24 тестируемых проявление или усиление одного из исследуемых параметров отмечалось у штаммов, выделенных из фоновой почвы. У большинства этих видов (67 %): *P. canescens*, *P. decumbens*, *P. spinulosum*, *Scopulariopsis communis* появлялась только фосфолипазная активность, в то время как штаммы этих видов, выделенные из загрязненных почв, ею не обладали. У *Clonostachys rosea* проявлялась протеазная активность и способность роста при 37 градусах, у *P. janthinellum* - только способность роста при 37 градусах. 55 % исследованных штаммов грибов, выделенных из почв, загрязненных выбросами алюминиевого предприятия, обладали свойствами патогенности, в отличие от штаммов этих же видов, выделенных из чистой почвы (25 %).

Таким образом, микроскопические грибы, выделенные из почвы, могут представлять опасность для здоровья человека, поскольку многие из них в той или иной степени проявляют свойства патогенности. Штаммы грибов, выделенные из загрязненной почвы, в большей степени проявляют свойства патогенности по сравнению со штаммами, выделенными из чистой почвы. Необходимо проводить регулярные мониторинговые исследо-

вания с целью выявления потенциально-опасных видов микроскопических грибов.

Summary

Protease, phospholipase activity and growth capacity at 37°C PPF isolated from soils of the Kola Peninsula are studied. 75 strains of micromycetes was tested. Identified strains of fungi, have all studied the properties of pathogenicity: *Amorphotheca resinae*, *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium commune*, *P. purpurogenum*, *Trichoderma viride*. These strains are the most dangerous to humans. A comparative analysis of the degree of pathogenicity of strains of fungi isolated from pure and contaminated soil by aluminum plant was released. 55% of the strains of fungi isolated from soil contaminated by aluminum plant emissions, have the properties of pathogenicity, unlike the strains of the same species, isolated from soil clean (25%).

Литература

1. Богомолова Е. В., Великова Т. Д., Горяева А. Г., Иванова А. М., Кирцидели И. Ю., Лебедева Е. В., Мамаева Н. Ю., Панина Л. К., Попихина Е. А., Смоляницкая О. Л., Трепова Е. С. Микроскопические грибы в воздушной среде Санкт-Петербурга / Под ред. Бондарцевой М. А. Санкт-Петербург: Химиздат, 2012. 215 с.
2. Богомолова Е. В., Кирцидели И. Ю., Миненко Е. А. Потенциально опасные микромицеты жилых помещений // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43. Вып. 6. С. 506-512.
3. Богомолова Е. В., Миненко Е. А., Кирцидели И. Ю. Потенциальная вирулентность микромицетов, изолированных из музейных помещений // Микология и фитопатология. 2007. Т. 41. Вып. 2. С. 113-119.
4. Зачиняева А. В., Лебедева Е. В. Микромицеты загрязненных почв Северо-Западного региона России и их роль в патогенезе аллергических форм микозов // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37. Вып. 5. С. 69–74.
5. Кашкин П. Н., Хохряков М. К., Кашкин А. П. Определитель патогенных, токсигенных и вредных для человека грибов. Л.: Медицина, 1979. 272 с.
6. Киреева Н. А., Мифтахова А. М., Бакаева М. Д., Водопьянов В. В. Комплексы почвенных микромицетов в условиях техногенеза. Уфа: Гилем, 2005. 360 с.
7. Корнейкова М. В., Евдокимова Г. А., Лебедева Е. В. Комплексы потенциально патогенных микроскопических грибов в антропогенно-загрязненных почвах Кольского Севера // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46. Вып. 5. С. 323-328.
8. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 196 с.
9. Санитарно-эпидемиологические правила «Безопасность работы с микроорганизмами III-IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней» СП 1.3.2322-08. М. 2008. 51 с.
10. Саттон Д. А., Фотергилл А. В., Ринальди М. Г. Определитель патогенных и условно

- патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 470 с.
11. Хабибуллина Ф. М. Почвенная микобиота естественных и антропогенно нарушенных экосистем Северо-Востока европейской части России. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Сыктывкар, 2009. 40 с.
 12. Fotedar R., Al-Hedaithy S.S.A. Comparison of phospholipases and proteinase activity in *Candida albicans* and *Candida dubliniensis* // *Mycoses*. 2005. Vol. 48. P. 62–67.
 13. Hoog G. S., Guarro J., Gene'J., Figueras M. J. Atlas of clinical fungi. Electronic version 3.1. 2011. 1126 p.
 14. Hoog G. S. de Evolution of black yeasts: possible adaptation to the human host // *Antonie van Leeuwenhoek*. 1993. Vol. 64. P. 122–143.
 15. Price M., Wilkinson I. D., Gentry L. O. Plate method for detection of phospholipase activity in *Candida albicans* // *Sabouraudia*. 1982. Vol. 20. P. 7–14.

УДК 582.288

**SOIL-BORNE FUNGI ASSOCIATED WITH WHEAT DISEASES:
FROM SAPROPHYTE TO PARASITE**

Kriuchkova L.O.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine, k_larysa@ukr.net

Among soil microbiota the fungi are the most abundant. Some soil-borne fungi are known as causal agents of plant diseases. Beside plant pathogenic fungi, the soil is full of other microscopic organisms influencing the structure and dynamics of soil ecosystem. These communities form the basis of all soil life and present a bewildering diversity.

In recent years much attention has been paid to study of structure and function of the global ecosystems. The prevalence of parasitic interaction between species was the most important observation in ocean ecosystem [10]. The planktonic microbes (bacteria, viruses, and other plankton) interact with each other in different ways – they compete, collaborate, infect and eat each other.

Fungi in soil also interact with each other and with other microscopic organisms. Competitive interaction may result from depletion of resources or requirement for the same resource. Several microorganisms have been found to produce a range of antibiotics. The soil microbes are often used as biological agents for root diseases control.

Our surveys of wheat foot and root diseases between 1995 and 2015 in different regions of Ukraine show that there are tree diseases on foots: eyespot (causal agents *Oculimacula yallundae* and *O. acuformis*), sharp eyespot (*Rhizoctonia cerealis*), fusarium foot rot (*Fusarium* spp.), and three diseases on roots: take-all (*Gaeumannomyces graminis*), fusarium root rot

(*Fusarium* spp), and common (bipolaris) root rot (*Cochliobolus sativus*). Depending on climatic conditions of year and site, one or more of them may become serious in any particular season.

The diseases are not randomly distributed. Eyespot, take-all and sharp eyespot are the most predominant in the northern regions, eyespot predominate also at the west of the country. In the southern regions foot and root diseases of wheat are not common, with exception of bipolaris root rot [8].

The comparison between foot diseases in 1990-s and 2010-s revealed that previously the sharp eyespots incidence was much higher than eyespot [7], where as in 2010-s the eyespot appeared on more than 50% of stem [6]. This indicates a new challenge for farming, because the eyespot is considered as one of the most dangerous diseases of wheat.

The disease is caused by ascomycetes fungi *O. yallundae* and *O. acuformis*. Both are capable of causing severe disease in wheat crops by the end of the growing season. The populations of *Oculumacula* spp may consist from both species. However, the slower development of *O. acuformis* means that it is less likely than *O. yallundae* to become severe [2].

The results of our research show that in Ukraine only one of two species usually is appeared on wheat field as a causal agent of eyespot. *O. acuformis* was isolated from stem of wheat growing in the northern regions and *O. yallundae* – from the wheat plants collected in the west and the south.

Take-all is another the most important root disease of wheat worldwide [3] caused by soil-borne fungus *G. graminis*. Based on pathogenicity assay and cultural characteristics, three varieties of *G. graminis* have been recognized: *G. graminis* var *tritici*, *G. graminis* var. *avenae* and *G. graminis* var *graminis*. To complicate the situation, other species of *Gaeumannomyces* and morphologically similar members of the genus *Phialophora* (*Gaeumannomyces-Phialophora* complex) are capable of colonizing and causing root rot on cereals and grasses. *G. graminis* var *tritici* is the most economically important on wheat. Other varieties of *G. graminis* may also colonize roots, but are weakly virulent on wheat. Conventional identification methods for distinguishing *G.graminis* varieties are laborious, time-consuming and often inconclusive [14].

In our research identification of *G.graminis* isolates obtained from diseased wheat roots was based on a combination of characteristics such as pigmentation, thick runner hyphae and hyphal curling at the colony margins [1]. In pathogenicity tests all isolates had disease ratings significantly higher than in control and suppressed shoot and root weight of wheat seedlings compared with control.

The causal agents of sharp eyespot and fusarium foot and root rots represent diverse groups of saprophytic, pathogenic and, probably, mycorrhizal fungi [5]. The population of *Rhizoctonia* spp. consist from different types of anastomosis groups (AG), based on fusion of hyphae between isolates. Multinucleate *Rhizoctonia* spp. AG-8 are associated with stunting and bare patch symptoms on wheat and barley. Other weakly virulent AGs also have been isolated from wheat, including AGs 2, 2-1, 4, 5, 9, and 10 [13,15]. Binucleate *Rhizoctonia* spp. have also

been divided into 19 AGs, designated AG-A through –S [5]. AG-D is also known as *R. cerealis* which causes sharp eyespot [15]. Isolates of AG-D were further divided into subgroups I, II and III, based on pathogenicity, morphology in culture, and molecular techniques [4]. Isolates of AG-D I have brown to dark-brown colonies and 1-mm sclerotia. Isolates of AG-D II have light-yellow colonies and does not produce sclerotia. The mycelial color of AG-D III is yellow like in AG-D II, they produce dark-brown sclerotia larger in size (1-3 mm) than those of AG-D I subgroup. The mycelium growth of both AG-D I and AG-D II isolates increased at 25°C consist of 9-10 mm/day, hyphal growth rate of AG-D III isolates is slower (2,9 mm).

We investigated isolates of *R. cerealis*, obtained from the diseased stem of wheat growing in Ukraine. The mycelial color of them was light yellow. However, according to growth rate (slow- and fast-growing) and sclerotia morphology the isolates were divided on three types. Some fast-growing isolates form white sclerotia which become dark-brown after 1-month growing on PDA. Slow-growing isolated did not produce sclerotia as well as some fast-growing ones. The most pathogenic are isolates of the first type. Others were weakly pathogenic on wheat seedlings in pathogenicity test.

Populations of *Fusarium* spp. on root and foot of wheat consist of high pathogenic, middle and nonpathogenic isolates [7]. The most pathogenic are isolates of *F. graminearum* and *F. culmorum*. These species are likely to be the most important causes of fusarium foot and root rot in Ukraine. Despite the prevalence of *Fusarium* spp. on root and foot of wheat, these fungi may be not considered as a serious problem on the winter wheat. In many cases *Fusarium* species are wrongly assumed to be the cause of a disease because of their frequent isolation from necrotic roots, crowns and stems [11].

Control of foot and root plant diseases, causal agents of which are soil-borne fungi, is a challenge for plant pathologists, breeders and other plant scientists. The genetic of resistance is largely unknown, the modes of inheritance are generally complex, involving more than one or two genes. Soil-borne plant pathogen typically very difficult to control by chemical means. Inconsistent performance of biofungicides is the main constraint to large-scale application of them in the field [12].

The result of studies that examine interaction between a complex root pathogen show that the control of one species often leads to the ascendance of another [16], the phenomenon described by Kreutzer as “disease trading”. According Zvyagintzev [17], soil is “the most sustainable ecosystem and even great impact on it doesn’t change the relationships between organisms”. Vernadsky described soil as “an alive substance” and Dokuchaev as a “individual natural body, 4th kingdom of nature” [9].

Among soil-borne fungal pathogen of wheat, species of *Fusarium* and *Rhizoctonia* do not form a homogenous species but, rather, represent a diverse group of saprophytic and pathogenic strains. Probably, these fungi employed pathogenicity only in some circumstance but reveal their saprophytic capacity for most of the time. Since abiotic factors have only limited effect on

community structures than previously assumed [10], probably, the effective biological control of foot and root diseases mostly depends on balanced host-pathogen relationships.

The pathogenicity employed by different fungi associated with foot and root diseases of wheat greatly depends on life strategy of species. *Oculimacula* spp. and *Gaeumannomyces* spp. are considered as truly pathogenic fungi. *Rhizoctonia* spp. and *Fusarium* spp. are common saprophytes, but some species have acquired pathogenic capacity to parasitize host plant. Many aspects of the interaction between them and their respective hosts are currently under investigation. The population of these fungi consist of saprophyte and pathogenic strains which probably can be changed from being predominantly saprophyte or parasite.

References

1. Asher M.J.C. Variation in pathogenicity and cultural characteristics in *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* // *Trans. Brit. Mycol. Soc.* – 1980. – 75. – P.213-220.
2. Bateman G.L., Jenkyn J.F. Towards better understanding and management of cereal stem-base diseases // *Proceedings BCPC Conference.* – Brighton, 2000. – P. 119 – 126.
3. Freeman J., Ward E. *Gaeumannomyces graminis*, the take-all fungus and its relatives // *Mol. Plant Pathol.* – 2004. – vol. 5 (4). – P. 235-252.
4. Hayakawa T., Toda T., Ping Q., Mghalu J.M., Yaguchi S., Hyakumachi M. A new subgroup of *Rhizoctonia* AG-D, AG-D III, obtained from Japanese *Zoysia* grass exhibiting symptoms of a new disease. // *Plant Dis.* – 2006. – Vol.90. – P.1389-1394.
5. Hyakumachi M., Priyatmojo A., Kubota M., Fukui H. New anastomosis groups, AG-T and AG-U, of binucleate *Rhizoctonia* spp. causing root and stem rot of cut-flower and miniature roses // *Phytopathology.* – 2005. – vol. 95.- P.784-792.
6. Kryuchkova L., Hrytsyuk N. The distribution of winter wheat root rots in Northern Forest-Steppe of Ukraine // *Quarantine and Plant Protection.* – 2014. – 2. – P.9-12.
7. Kryuchkova L. Stem-base diseases of wheat in Ukraine // *Proceedings of an international conference held at the Brighton, UK, 13-16 November 2000.* Vol.1. – P.113 – 118.
8. Kryuchkova L., Dudareva H. Causal agent of common root rot // *Zakhyst Roslyn.* – 2000. – 11. – P.10-11.
9. Krupenikov I., Boincean B., Dent D. *The Black Earth: Ecological Principles for Sustainable Agriculture on Chernozem Soils.* – Springer Science, 2011. – 142 p.
10. Lima-Mendes G., Faust K., Henry N. et al. Determinants of community structure in the global plankton interactome // *Science.* – 2015. – Vol.348, #6237 DOI: 10.1126/science, 1262073
11. Nelson P.E., Toussoun T.A., Marasas W.F.O. *Fusarium species. An illustrated manual for identification.* The Pennsylvania State University Press: University Park, 1983. – P.5 – 18.
12. Notz R., Maurhofer M., Schnider-Keel U., Duffy B., Haas D., Defago G. Biotic factors

- affecting expression of the 2,4-diacetylphloroglucinol biosynthesis gene *phlA* in *Pseudomonas fluorescens* biocontrol strain CHA0 in the rhizosphere // *Phytopathology*. – 2001. – 91. – P.873-881.
13. Ogoshi A., Cook R.J., Bassett E.N. Rhizoctonia species and anastomosis groups causing root rot of wheat and barley in the Pacific Northwest. // *Phytopathology*. – 1990. – vol. 80. – P.784-788.
 14. Rachdawong, S., Cramer C.L., Grabau E.A., Stromberg V.K., Lacey G.H., Stromberg E.L. *Gaeumannomyces graminis* vars. *avenae*, *graminis*, and *tritici* identified using PCR amplification of avenacinase-like genes // *Plant Dis.* – 2002. – 86. – P. 652-660.
 15. Smiley R.W., Backhouse D., Lucas P., Paulitz T. Diseases which challenge global wheat production – root, crown, and culm rots // *Wheat: Science and Trade. Chapter 6.* / Ed. Brett F. Carwer. – Wiley-Black, 2009. – P.125 -155.
 16. Wong P.T.W. Interaction between microbial residents of cereal roots // *Ecology and Management of Soilborne Plant Pathogens*. Ed. by Parker, C.A., Rovira, A.D., Moore, K.J., Wong, P.T.W., Kollmorgen, J.F. *Proceedings of Section 5 of the Fourth International Congress of Plant Pathology, University of Melbourne, Australia, 17-24 Aug. 1983.* – P.144 – 147.
 17. Zvyagintzev D.G. *Soil and microorganisms.* – Moscow, MSU. – 1987. – 256 p.

УДК 631.466.1

**МИКРОМИЦЕТЫ ПОЧВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
В СВЯЗИ С ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА**

Лебедева Е. В., Лянгузова И. В.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, mauk202@yandex.ru

Территория города характеризуется промышленным и транспортным загрязнением почвы, воздуха, воды, а также подчас сокращением площадей зеленых насаждений, что отрицательно влияет на экологию всех городских экосистем. Основными источниками загрязнения воздушного бассейна г. Санкт-Петербурга являются выхлопы автомобильного транспорта и запыленность. В состав газопылевых эмиссий входят не только сернистый ангидрид, аммиак, окислы азота, фтористый водород, но также тяжелые металлы (Pb, Cd, Cu, Zn и др.), которые приводят к изменению физико-химических свойств почв. Действие тяжелых металлов на микроорганизмы почв и растения вызывает снижение почвенного плодородия, а также оказывает неблагоприятное воздействие на человека. Загрязнение почвы автотранспортом приводит к нарушению микробоценозов. При этом изменяется видовой и количественный состав микроорганизмов в почве, в частности микромикробов, которые активно участвуют в поддержании почвенного гомеостаза.

Ранее нами были изучены микромицеты воздушной среды Ботанического сада им. Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН и оранжерей [1]. Исследования показали определенные изменения количественного и качественного состава грибов. Использование показателя частоты встречаемости видов позволило выделить характерные комплексы типичных видов, свойственные воздушной среде обитания.

В связи с увеличивающейся нагрузкой на сад выбросов автотранспорта было решено провести микологические и химические исследования почв сада в тех точках отбора, где ранее были проведены аэромикологические исследования. Цель работы – изучение видового разнообразия и комплексов почвенных микромицетов, а также оценка уровня загрязнения почв Ботанического сада тяжелыми металлами.

Пробы почв отбирали из поверхностного слоя (0–15 см), поскольку в нем аккумулируется наибольшее количество поллютантов [2]. Всего было изучено 16 почвенных образцов. Для учета частоты встречаемости видов грибов посевы проводили отдельно из каждого образца в 3-кратной повторности. Численность и видовой состав почвенных микромицетов определяли на среде Чапека [3]. В дополнение к обычному чашечному методу использовали метод инициированного микробного сообщества (ИМС) [4]. Сущность метода заключается в развитии микромицетов на поверхности почвы, которую иницируют источником питания (крахмалом). При наблюдении под биноклем проводили выделение микромицетов на среду Чапека, а затем – идентификацию, аналогичную чашечному методу. Образцы почв для химического анализа также отбирали на глубине 0–15 см в тех же 16 точках. Образцы почвы просеивали через сито в соответствии с общепринятыми методиками. Навеску сухой почвы заливали 1N HCl в соотношении 1:10, встряхивали, в течение 1 ч фильтровали и в фильтрате определяли содержание металлов методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Анализы также проводили в 3-кратной повторности [5].

Согласно данным табл. 1, среднее содержание металлов в почве превышает их ОДК в 1.5–9.6 раз, причем максимальное превышение отмечается для свинца: так, в образце № 16 концентрация кислоторастворимых форм свинца превышает ОДК почти в 25 раз, а среднее его содержание – в 2,6 раза.

Таблица 1. Среднее содержание (мг/кг почвы) тяжелых металлов в почвах Ботанического сада

Описание	Fe	Mn	Zn	Ni	Cu	Co	Pb	Cd	Cr
Среднее содержание	1965±	130±	69±	4.2±	25.1±	1.3±	61.2±	0.35±	2.4±
ОДК 1.0 N HCl		300	11	4	16.5		6.4	0.1	

Для Ленинградской обл. характерны исходные подзолистые почвы, но за продолжительный период существования они трансформировались в урбаноземы (культуро-земы) из-за многократного перекапывания, внесения удобрений, пестицидов и других

агротехнических мероприятий. Таким образом, результаты химического анализа почвенных образцов сада не отражают зональных особенностей почв, к которым адаптированы зональные комплексы почвенных микроорганизмов. Несмотря на это, значения содержания тяжелых металлов для растений и почвенной микробиоты значительно превышают норму, являясь отрицательным фактором для развития многих видов.

Один из наиболее распространенных методов изучения микробной системы почв – учет численности микроорганизмов. В результате определения числа грибных зачатков было выявлено уменьшение их численности в 2 раза в образцах, собранных вдоль автомагистралей, по сравнению с образцами, собранными внутри сада.

Вероятно, это связано с увеличением содержания тяжелых металлов в почвах вдоль автомагистралей.

Из исследованных почвенных образцов было выделено 38 видов микромицетов, преобладающими среди них в сахаролитическом сообществе были представители рода *Penicillium* (15 видов) и *Aspergillus* (5 видов), в крахмалолитическом сообществе – представители родов *Cylindrocarpon*, *Gliocladium* и *Humicola*.

С помощью показателя частоты встречаемости были выделены специфические для данных экологических условий комплексы микромицетов, состоящие из доминирующих, частых, редких и случайных видов. Грибы с высокой частотой встречаемости (доминирующие и частые) являются основными компонентами комплекса микромицетов, играющими наиболее важную функциональную роль в сообществе (табл. 2).

Таблица 2. Структура комплексов типичных видов микромицетов, выделенных из исследованных образцов почв Ботанического сада

Виды	Частота встречаемости, %	
	Сахаролитическое сообщество	Крахмалолитическое сообщество
<i>Alternaria alternata</i>	20 (Ч)	-
<i>Aspergillus flavus</i>	30 (Ч)	(+) 10 (Р)
<i>A. fumigatus</i>	30 (Ч)	(+) 20 (Ч)
<i>A. niger</i>	60 (Д)	-
<i>A. versicolor</i>	40 (Ч)	-
<i>Aureobasidium pullulans</i>	30 (Ч)	-
<i>Botrytis cinerea</i>	20 (Ч)	-
<i>Chaetomium globosum</i>	20 (Ч)	(+) 40 (Ч)
<i>Cladosporium herbarum</i>	40 (Ч)	-
<i>Cylindrocarpon didymum</i>	-	(+) 70 (Д)
<i>Fusarium oxysporum</i>	40 (Ч)	(+) 30 (Ч)
<i>Gliocladium catenulatum</i>	-	(+) 60 (Д)
<i>Humicola grisea</i>	-	(+) 60 (Д)
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	30 (Ч)	-
<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	80 (Д)	(+) 10 (Р)
<i>P. commune</i>	20 (Ч)	-

<i>P. funiculosum</i>	40 (Ч)	-
<i>P. lanoso-coeruleum</i>	20 (Ч)	-
<i>P. spinulosum</i>	50 (Ч)	-
<i>P. terrestre</i>	30 (Ч)	-
<i>Mucor hiemalis</i>	60 (Д)	10 (Р)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	20 (Ч)	-
<i>Stachybotrys alternans</i>	10 (Р)	
<i>Torula herbarum</i>	40 (Ч)	-
<i>Trichoderma koningii</i>	30 (Ч)	-

Примечание. Д – доминирующие виды, Ч – часто встречающиеся виды, Р – редкие виды.

Постоянно обнаруживаемые виды с низкими значениями встречаемости обеспечивают разнообразие комплекса, его специфику, но не несут большой функциональной нагрузки. Рассчитав частоту встречаемости видов, мы получили типичные комплексы почвенных микромицетов двух сообществ – сахаролитического и амилोलитического. В табл. 2 приведена частота встречаемости не всех выявленных видов грибов, а лишь тех, которые в каком-либо случае доминировали или часто встречались в почвах сада. Из таблицы также следует, что оба сообщества достаточно отличаются друг от друга, но, главное, оба сообщества показывают не только перераспределение видов или полную их замену, но и приуроченность определенных видов к загрязнению тяжелыми металлами. Доминирующие и часто встречающиеся виды можно считать индикаторами загрязнения почв металлами, что подтверждают наши предыдущие исследования [2], а также исследования других авторов [4, 6].

Кроме того, доминирующие и часто встречающиеся виды исследуемых почв могут быть фитопатогенами либо возбудителями различных заболеваний человека. Увеличение их доли в почве сада происходит под влиянием ухудшающейся экологической обстановки в центре Санкт-Петербурга, что требует постоянного микологического мониторинга.

Summary

The main sources of air pollution in St. Petersburg are emissions of road transport and dust (smog). The composition of dust and gas contains aggressive gases and heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn et al.), which are toxic for soil microbiota and plants, and reducing soil fertility and harmful for human health. The Botanical Garden is located in the central part of the city, surrounded by motorways, so it has strong influence of heavy metals on soil condition. The aim of the work is a study of species diversity of soil microfungi and estimation of soil pollution by heavy metals. Sixteen soil samples from different parts of the Botanical garden were studied. Chemical analysis have shown that average content of heavy metals in the soil is higher than threshold levels in 1.5–9.6, and maximal excess was marked for Pb (2.6 times higher than threshold level). In the soil we observed 2-times decrease of fungal CFU for samples collected

closely to motorways, in comparison with samples from the central part of the garden. We studied saccharolytic and starch-lytic ecological groups of fungi. From the soil samples there were isolated 38 species of microfungi. Saccharolytic group was composed mostly of *Penicillium* (15 species) and *Aspergillus* (5 species), starch-lytic group was composed by the genera *Cylindrocarpon*, *Gliocladium* and *Humicola*. These two communities differ from each other by their attitude to heavy metals pollution. Dominating and frequent species are indicators of soil pollution by heavy metals, moreover, many of them are phytopathogenic and human opportunistic pathogens. The increase of their share in the soil mycobiota of the Garden is due to deterioration of ecological situation in the center of the city of St. Petersburg, so it is important to do regular mycological monitoring.

Литература

1. Лебедева Е. В., Кирцидели И. Ю., Богомолова Е. В. Микромицеты в воздухе Ботанического сада и оранжерей Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН // М. А. Бондарцева (ред.). Микроскопические грибы в воздушной среде Санкт-Петербурга. – СПб.: Химиздат. – 2012. – С. 150–161.
2. Лебедева Е. В., Канивец Т. В. Микромицеты почв, подверженных влиянию отходов горно-металлургического комбината // Микол. и фитопатол. – 1991. – Т. 25, вып. 2. – С. 111–116.
3. Литвинов М. А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. – Л.: Наука. – 1969. – 118 с.
4. Гузев В. С., Бондаренко Н. Г., Бызов Б. А. и др. Структура инициированного микробного сообщества как интегральный метод оценки микробиологического состояния почв // Микробиология. – 1980. – Т. 49, № 1. С. 134–140.
5. Касимов Н. С. (ред.). Экогеохимия городских ландшафтов. – М.: МГУ. – 1995. – 336 с.
6. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. – М.: Медицина для всех. – 2005. – 196 с.

УДК 582.282 (476.5)

SPATHULARIA FLAVIDA PERS. – НОВЫЙ ВИД АСКОМИЦЕТОВ ДЛЯ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ БЕЛАРУСИ

Лебедько В. Н.

Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАНБ, Минск, Беларусь

Spathularia flavida Pers. – Спатулярия булавовидная, или желтоватая – редкий голарктический лесной вид из семейства Geoglossaceae Corda, включенный во 2–4-е издания Красной книги Республики Беларусь (статус: II категория национальной природоохранной значимости) [1].

Это малоизвестный, весьма декоративный сапротрофный аскомицет. Его плодовое тело 3–6 см высотой и 1–2 см шириной, по форме напоминает весло. Ножка 2,9–6,2 см

длины, 1,5–0,5 см в диаметре, прямая или извилистая, цилиндрическая, желтоватая или беловатая. Верхняя часть расширенная, уплощенная, шириной 1–2 см, низбегающая по ножке с противоположных сторон, может быть различной по размеру и форме, от ровной и угловатой, в виде шпателя, до округлой и волнистой, веерообразной. Она такого же цвета, как и ножка, или немного бледнее, кремовая с желтым оттенком, бледно-желтая или желтая. Аски булавовидные, 8-споровые. Споры нитевидные или игловидные, сверху расширенные, размером 45–70 × 2–3 мкм [1, 2].

Ареал *S. flavida* охватывает Европу, Азию и Северную Америку. На территории Беларуси он распространен преимущественно в центральной части: Минская обл. (Минский, Смолевичский, Столбцовский р-ны); Могилевская обл. (Осиповичский р-н); Брестская обл. (Пружанский р-н) [1].

В конце июля 2016 года во время флористических исследований этот вид гриба был обнаружен на территории Ушачского района (окр. д. Мирный, 2 км к С). Данный район расположен в центральной части Витебской области и занимает площадь в 1,5 тыс. кв. км в пределах Ушачско-Лепельской возвышенности (большая часть района) и в границах Полоцкой низменности (северо-восточная часть). Более 45 % территории занято лесом. Согласно геоботаническому районированию, природная растительность принадлежит двум геоботаническим округам: Западно-Двинскому и Ошмянско-Минскому [3]. Лесной массив, в пределах которого был выявлен *S. flavida*, относится к последнему округу и является продолжением в широтном направлении единого массива Березинского биосферного заповедника. Он представлен сосняком мшистым с примесью ели, осины, березы, крушины. Гриб произрастал небольшими группами по 5–6 плодовым телам на лесной подстилке. Состояние популяции оценивается как «хорошее».

Summary

This publication provides a summary of the finding on the territory of Vitebsk region of rare, protected species – *Spathularia flavida* Pers.

Литература

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения : редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. : И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларусь. Энцикл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
2. Geesteranus Maas R. A. *Spathularia* and *Spathulariopsis*. // Proceedings van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen Section C., 1972, Vol. 75, 243–255 p.
3. Энциклапедыя прыроды Беларусі. У 5-і т. Т. 5. Стаўраструм – Яшчур/Рэдкал.: І. П. Шамякін (гал. рэд.) і інш. – Мн.: БелСЭ, 1986. – 583 с.

ГНИЛЕВЫЕ БОЛЕЗНИ В СОСНЯКАХ ЧЕРНИЧНЫХ ПОСЛЕ ПРОХОДНЫХ РУБОК

Левковская М. В.¹, Сарнацкий В. В.²

Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь,
lemarivik@mail.ru;

Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАНБ, Минск, Беларусь,
sarnatsky1@tut.by

Рубки ухода – одно из основных мероприятий по формированию высокопродуктивных и устойчивых древостоев. При этом считается, что после проведения мероприятия улучшаются породный состав, качество стволовой древесины и санитарное состояние древостоя, уменьшается фаутиность стволов и т. д. [1-3 и др.].

В результате передвижения механизмов при проведении рубок остающаяся часть насаждения получает те или иные повреждения, которые могут в дальнейшем оказать влияние на санитарное состояние древостоев. Процент повреждений зависит от густоты древостоя, сезона рубки, типа условий произрастания, квалификации вальщиков и операторов, управляющих механизмами, качества выполнения работы и др. [2].

С целью изучения влияния лесозаготовительной техники на состояние древостоев и пораженность их гнилевыми болезнями после проходных рубок в сосняках черничных (*Pinetum myrtillosum*) Брестского ГПЛХО в 2013 году заложены 4 пробные площади (ПП). Объектами исследований служили смешанные сосняки черничные (7–10С), в которых были проведены механизированные проходные рубки двухлетней давности, и не тронутые ими. ПП 4 является контролем по отношению к ПП 1, при их закладке соблюдался принцип единственного различия (отсутствие рубки). Трелевку осуществляли сортиментами с использованием форвардера Vimek 608. Технологические коридоры были укреплены порубочными остатками. Рубки ухода осуществляли по узкопасечным технологиям.

Зараженность деревьев гнилевыми болезнями выявляли по присутствию плодовых тел на корнях, у основания стволов живых и сухостойных, ветровальных деревьев, а также ризоморф, признаков гнили на корнях и в комлевой части дерева.

При проведении рубок ухода остающиеся в насаждении деревья получают те или иные повреждения, которые могут в дальнейшем оказать влияние на санитарное состояние и устойчивость древостоев. На вероятность заражения и скорость распространения гнилей оказывает влияние ряд факторов, важнейшими из которых являются место локализации повреждений и их размеры. В древесине сосны гниль развивается значительно менее интенсивно, а во многих случаях нанесенные на стволы раны зарастают [3–5 и др.].

На пробных площадях был произведен учет поврежденных деревьев. Доля повреждений остающихся деревьев варьирует от 3,2 % в зимний период (ПП 3) (табл.1) и достигает 11,9 % от общего количества летом. Согласно литературным данным, летом

количество повреждений в 2 раза больше, т. к. в это время (особенно весной) кора легче отделяется от древесины ствола, чем зимой [6].

Сильные повреждения являются основным источником стволовых гнилей, небольшие поранения (до 0,5 см) заливаются смолой и зарастают в первый год без образования гнили [6]. Установлено, что основными видами повреждений с разрушением древесины и без разрушения были: ошмыг ствола, слом сучьев, обдир коры и порезы ствола, ветвей. Чаще всего повреждалась только кора. Наибольшее количество повреждений приходится на корневую шейку и комлевую часть дерева на высоте 0,3–1,0 м. Большая часть повреждений на пробных площадях сортиментной заготовки приходится на ошмыги стволов размером до 200 см². Более половины поврежденных стволов деревьев отмечено вдоль технологических коридоров.

Приводим данные по повреждениям деревьев и пораженности их гнилевыми болезнями после рубок ухода (табл. 1).

Таблица 1. Повреждаемость деревьев при проведении проходных рубок с помощью лесозаготовительной техники

№ ПП	Количество поврежденных деревьев, %	Возбудители гнилевых болезней	Поражение деревьев гнилями, %
1	11,9	<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull.) Karst.	0,72
2	7,2	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Gill.	0,38
3	3,2	<i>Trametes versicolor</i> L.	0,29
4	контроль	<i>Fomitopsis pinicola</i> Cke. <i>Piptoporus betulinus</i> (Bull.) Karst. <i>Trametes versicolor</i> L.	1,16

Проведенными обследованиями сосняков, как показывают данные таблицы, основными видами заболеваний в исследуемых насаждениях были выявлены стволовые гнили, вызванные *Piptoporus betulinus*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola* [7]. Заражение происходит через повреждения, обдиры коры, обломанные сучья, морозобоины и т. д. Количество деревьев с плодовыми телами этих трутовиков не превышает 1 %.

Тщательное соблюдение требований к технологии механизированных рубок ухода позволит свести количество механических повреждений деревьев до минимума.

Summary

In this article the data on influence of thinning on a condition of the pure and mixed pine forests, passed by mechanized thinning of various limitations are resulted. The study results of the sanitary condition of the typical middle stands of different age structure have been analyzed. It was found out that the older are the stands the higher is the attack of rot diseases.

Литература

1. Бердинских Св. Ю., Алексеев И. А., Бердинских С. Ю. и др. Качество и эффективность рубок ухода в ельниках Вятско-Марийского Увала // Лесное хозяйство. – 2007. – №6. – С. 19–20.
2. Кистерная З. Н., Федулов С. Н. Влияние многооперационных машин и скандинавской технологии на лесные насаждения // Лесное хозяйство. – 1997. – № 2. – С. 23–25
3. Игутов В. Е. Механизация рубок промежуточного пользования. Обзорн. информ. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. – 40 с.
4. Столяров Д. П., Кузнецова В. Г. Влияние выборочных рубок на санитарное состояние оставшейся части древостоя // Лесное хозяйство. – 1973. – № 7. – С. 63–66.
5. Федоренчик А. С., Турлай И. В. Харвестеры. Учебное пособие для студентов вузов. – Минск: БГТУ, 2002. – 172 с.
6. Гринченко В. В. Повреждение деревьев при рубках ухода // Лесное хозяйство. – 1984. – № 12. – С. 23–25.
7. Журавлев И. И., Селиванова Т. Н., Черемисинов Н. А. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников : справочник. – М. : Лесная промышленность, 1979. – 247 с.

УДК 62.39.51

ЛИГНОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СИБИРСКИХ ШТАММОВ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ HETEROBASIDIUM И PORODAEDELEA

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

Дмитриенко Е. В.¹

¹Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, Россия, litovkajul@rambler.ru

² Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия

В настоящее время ксилотрофные базидиомицеты все чаще привлекают к себе внимание исследователей, как перспективные биотехнологические объекты. Представители этой группы грибов, являясь активными биодеструкторами, синтезируют комплекс внеклеточных ферментов, характеризующихся высокой активностью и стабильностью, и обладают механизмами детоксификации продуктов деградации лигнина и разнообразных ксенобиотиков. Способность базидиальных грибов к биодеструкции лигнолитического комплекса растительной биомассы может быть эффективно использована как для обработки лигниноцеллюлозных материалов, так и для утилизации лигнинсодержащих отходов, накапливающихся в природе в огромных количествах [1-4].

Представителем группы ксилотрофных базидиомицетов являются грибы рода *Heterobasidium*. Они широко известны как фитопатогены, встречающиеся более чем на

200 видах древесных растений, и считаются опасными возбудителями корневой гнили, особенно в насаждениях сосны и ели северных умеренных широт [5]. Не менее значимыми биодеструкторами являются грибы рода *Porodaedalea*, вызывающие коррозионную белую гниль хвойных пород, разлагая преимущественно лигнин [6].

Целью данного исследования являлась оценка лигнолитической активности сибирских штаммов грибов *Heterobasidion* и *Porodaedalea* при их твердофазном культивировании на различных растительных субстратах.

Объектом исследования служили: три штамма грибов рода *Heterobasidion*, изолированные из плодовых тел корневой губки, произраставшей на живых деревьях в лесном массиве на территории Красноярского края; штаммы Pp-15 *Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill, P1-15 *Porodaedalea laricis* (Jacz. ex Pilát) Niemelä, изолированные из плодовых тел, произраставших на живой древесине лиственницы и сосны соответственно (юг Красноярского края) и штамм PnB *Porodaedalea niemelaei* M. Fischer, выделенный из плодового тела на ветровальном дереве *Larix gmelinii* (п-ов Таймыр) [7].

Наличие общей фенолоксидазной активности оценивали на сусловой среде с добавлением 0,5 % танина [8]. Твердофазное культивирование осуществляли на опилках *Larix sibirica*, *Populus tremula* и хвое *Abies sibirica*, *Pinus sylvestris* при влажности субстрата 70 % и температуре 20 ± 2 °C в течение 25 суток. Активность полифенолоксидазы определяли фотоколориметрически модифицированным методом Бояркина [9] в системе пирокатехин – р – фенилендиамин.

Проведенное исследование позволило установить, что все изученные штаммы продуцируют экстрацеллюлярные оксидазы лигнолитического комплекса. На сусловой среде с танином отмечена общая тенденция образования обширной пигментированной зоны даже при минимальной скорости роста и отсутствии хорошо развитого мицелия. Диаметр окрашенной зоны существенно превышал размер колонии, что позволяет отнести исследуемые культуры к первой группе по Бавендамму и рассматривать их как потенциальных продуцентов лигнолитических ферментов.

Количественное определение ферментативной активности показало, что все исследуемые грибы синтезируют полифенолоксидазу в среднем, начиная с седьмых суток культивирования на растительных субстратах (табл. 1). Активность штаммов *Heterobasidion* находилась в пределах 0,15–0,47 ед / г•с с максимумом на седьмые сутки культивирования у штамма 2-14 *Heterobasidion* sp. на опилках осины. Активность грибов рода *Porodaedalea* существенно не отличалась и составила 0,15–0,44 ед / г•с с максимумом на седьмые сутки культивирования у штамма P1-15 *P.laricis* на опилках лиственницы.

Таблица 1. Активность полифенолоксидазы (ед / г•с) дереворазрушающих грибов *Porodaedalea* и *Heterobasidion* при твердофазном культивировании на растительных субстратах

Штамм, вид	растительные субстраты			
	опилки лиственницы	опилки осины	хвоя сосны	хвоя пихты
Pp-15 <i>P.pini</i>	0,34	0,31	0,37	-*
Pl-15 <i>P.laricis</i>	0,44	0,41	0,35	-
PnB <i>P.niemelaei</i>	0,33	0,30	0,41	-
1-14 <i>Heterobasidion</i> sp.	0,33	0,31	-	0,27
2-14 <i>Heterobasidion</i> sp.	0,43	0,47	-	0,30
46-14 <i>Heterobasidion</i> sp.	0,27	0,30	-	0,27

Примечание: * субстрат не был использован для культивирования штамма

Исследование динамики полифенолоксидазной активности при твердофазном культивировании дереворазрушающих грибов на опилках лиственницы выявило общую тенденцию снижения активности фермента при увеличении длительности культивирования, в среднем, начиная с 11–14 суток. Среди трех видов рода *Porodaedalea* наиболее активным является штамм Pl-15 *P.laricis*, ферментативная активность которого составила 0,19 – 0,44 ед/г•с с максимумом на 7-е сутки культивирования. Среди исследуемых культур *Heterobasidion* наиболее активным штаммом является 2-14 *Heterobasidion* sp., активность которого находилась в диапазоне 0,18–0,43 ед/г•с с максимумом седьмые сутки культивирования.

Таблица 2. Динамика активности полифенолоксидазы (ед / г•с) дереворазрушающих грибов *Heterobasidion* и *Porodaedalea* при твердофазном культивировании на опилках лиственницы

Штамм	длительность культивирования, сут.				
	7	11	14	18	25
Pp-15 <i>P.pini</i>	0,33	0,27	0,23	0,19	0,18
Pl-15 <i>P.laricis</i>	0,44	0,34	0,24	0,20	0,19
PnB <i>P.niemelaei</i>	0,26	0,33	0,22	0,16	0,15
1-14 <i>Heterobasidion</i> sp.	0,34	0,26	0,24	0,15	0,20
2-14 <i>Heterobasidion</i> sp.	0,43	0,26	0,22	0,18	0,22
46-14 <i>Heterobasidion</i> sp.	0,26	0,27	0,23	0,16	0,19

Таким образом, сибирские штаммы грибов *Heterobasidion* и *Porodaedalea* проявляют полифенолоксидазную активность при твердофазной ферментации растительных отходов, что позволяет считать их перспективными продуцентами ферментов лигнолитического комплекса при подборе и оптимизации условий культивирования и ростового субстрата.

Summary

Studied polyphenoloxidase activity of the Siberian strains of fungi *Heterobasidion* and

Porodaedalea during their the solid-state cultivation on different plant substrates. It is established that all strains are characterized by the presence of enzymatic activity, starting from the seventh day of solid-state cultivation. Revealed the most active strains among representatives of each studied genera: Pl-15 Porodaedalea laricis with the maximum enzyme activity on sawdust of larch (0,44 u/g•s) and (2-14 Heterobasidion sp. with the maximum activity of polyphenol oxidase on sawdust of aspen (0,47 u/g•s).

Литература

1. Фёдорова, Т. В. Сравнительный анализ лигнолитического потенциала базидиальных грибов, принадлежащих к различным таксономическим и экологическим группам [Текст] / Т. В. Фёдорова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – М.: Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. - 2013, том 49, № 6, с. 570–579.
2. Pinedo-Rivilla C. Pollutans Bioodegradation by Fungi [Text] / C. Pinedo-Rivilla, J. Aleu, I.G. Collado // Curr. Org. Chem. – 2009. – V. 1378. – P. 1194–1214.
3. Заикина, Н. В. Основы биотехнологии высших грибов: учеб. пособие для студ., обуч. по напр. биология [Текст] / Н. В. Заикина. – М.: Проспект науки, 2007. – 336 с.
4. Лукаткин, А. С. Биология с основами экологии: учеб. для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / А. С. Лукаткин, А. Б. Ручин, Т. Б. Силаев; под ред. проф. А. С. Лукаткина. – М.: Академия, 2008. – 398 с.
5. Павлов, И. Н. К вопросу образования очагов куртинного усыхания сосны обыкновенной на старопахотных землях (роль корневой губки, эдафических факторов и изменения климата) / И. Н. Павлов, О. А. Барабанова, С. С. Кулаков и др. // Хвойные бореальной зоны, XXVII, № 3–4, 2010. – С. 263–272.
6. Yoshizawa, N. Comparative histochemistry of wood cell wall degradation by white-rot fungi [Text] / N. Yoshizawa [et all.]. – San Francisco: Bull. Utsunomiya Univ. Forests, 1989. – P. 23–38.
7. Павлов, И. Н. Дереворазрушающие и патогенные свойства Porodaedalea niemelaei M. Fischer в редколесьях Larix gmelinii на северном пределе произрастания / И. Н. Павлов // Материалы международной конференции, Санкт-Петербург, 25–27 ноября 2013 г. / под ред. А. В. Селиховкина и Д. Л. Мусолина. – СПб: СПбГЛТУ, 2013. – С. 69–70.
8. Методы экспериментальной микологии / под ред. В. И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. – 550 с.
9. Бояркин А. Н. Быстрый метод определения активности полифенолоксидазы (модифицированный) // Труды Института физиологии растений АН СССР. 1954. – Т. 8. – Вып. 2. – С. 398–403.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
СОСТАВОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БОЛЕЗНЕУСТОЙЧИВОСТИ СЕЯНЦЕВ
ХВОЙНЫХ ПОРОД**

Манжелесова Н. Е., Шуканов В. П., Корытько Л. А., Полянская С. Н., Мельникова Е. В.
Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАНБ, Минск, Беларусь,
patpysio@mail.ru

В системе мероприятий по выращиванию высокопродуктивных биологически устойчивых лесосырьевых ресурсов важное место занимает защита их от массового поражения различными болезнями. Вред от заболеваний может быть значительным, особенно в настоящее время, когда возникла необходимость выращивать в больших количествах саженцы и сеянцы для создания лесных культур. Большая густота посевов и пониженная устойчивость молодых растений создают благоприятные условия для развития и распространения болезней сеянцев, и в первую очередь, при воздействии на семена и вегетирующие растения фитопатогенных грибов. Основным способом защиты семенного и посадочного материала сосны и ели от болезней в лесных питомниках является обработка фунгицидами. Однако систематическое применение химических средств защиты привело к серьезному ухудшению экологической ситуации в среде обитания живых организмов. Последствия применения «привычных» фунгицидов проявляются в изменении чувствительности к ним патогенов, появлению устойчивых штаммов возбудителей болезней, что создает опасность возникновения эпифитотий. Постоянное использование фунгицидов приводит также к снижению сопротивляемости растительного организма, и, как следствие, замедлению роста и массовому нарушению морфогенеза сеянцев. Поэтому крайне актуальной является задача расширения спектра перспективных малотоксичных фунгицидов для борьбы с грибными болезнями, а также апробация альтернативных путей борьбы с грибными болезнями. Перспективно применение природных физиологически активных веществ со стабильными биорегуляторными свойствами, экологически безопасных в применении. Современное требование – получение комплексного эффекта – возможно с применением смесей на основе таких веществ. Комплексные препараты, включающие элементы питания, соединения фитогормональной природы и вещества с антибиотической, фунгицидной или иммуномодулирующей активностью, заслуживают особого внимания. Их применение позволяет стабилизировать продуктивность выращиваемых культур, способствует повышению собственного потенциала самозащиты (иммунитета растений) при уменьшении норм пестицидной нагрузки на окружающую среду. Целью наших исследований стало изучение физиолого-биохимических особенностей формирования болезнеустойчивости сеянцев хвойных пород растений к фитопатогенным грибам под действием активаторов роста и развития природного в составе защитно-стимулирующих композиций, применяемых для предпосевной обработки семян и внекорневой обработки сеянцев хвойных пород.

Предпосевная обработка семян является одним из профилактических приемов борьбы с наиболее распространенным и вредоносным заболеванием сеянцев хвойных пород в лесных питомниках – инфекционным полеганием, вызываемым грибами из родов *Fusarium*, *Pythium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia* и др. [1, 2]. Были составлены оригинальные композиции, включающие регулятор роста и фунгицид, и исследовано их влияние на качество и фитосанитарное состояние семян сосны и ели. В качестве росторегулирующих компонентов использовали препараты отечественного производства эпин (действующее вещество 24-эпибрассинолид) и экосил (действующее вещество – комплекс тритерпеновых кислот). Обработку семян проводили путем инкрустации. Наличие прилипателя при инкрустации позволяет в одной баковой смеси закрепить несколько компонентов, в результате чего достигается высокий комплексный эффект: защита растений от патогена, повышение всхожести семян, регуляция водного и питательного баланса, повышение их устойчивости к неблагоприятным факторам среды. В качестве прилипателя использовали препарат гисинарМ, представляющий собой полиэлектролитный гидрогель, содержащий микроэлементы в хелатной форме (Cu, Zn, B) [3]. При анализе фитосанитарного состояния семян выявлено, что обработка инкрустирующими составами эффективно ингибировала развитие семенной инфекции, которая была представлена на семенах сосны и ели факультативными паразитами из класса *Deuteromycetes* (таблица 1). В меньшей степени ингибировалась почвенная патогенная микрофлора, представленная грибами родов *Fusarium*, *Pythium*, *Alternaria*, *Cladosporium*. Сеянцы ели были в значительной степени поражены фузариозной инфекцией, а сосны – фузариозом и альтернариозом. Ингибировалось лишь развитие фитопатогенного гриба *Cladosporium herbarum* Link. – возбудителя темно-оливковой плесени.

Таблица 1. Влияние предпосевной обработки семян на фитосанитарное состояние семян и сеянцев сосны и ели

Вариант	Семена	Сеянцы (3,5 мес.)
Сосна		
Контроль	<i>Cladosporium herbarum</i> Link., <i>Pythium debaryanum</i> , <i>Aspergillus niger</i> Tiegh, <i>Mycor</i> spp., <i>Botrytis cinerea</i> Pers., <i>Penicillium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Alternaria tenuis</i> Nees ex Fr.	<i>Fusarium oxysporium</i> Sch., <i>Fusarium sporotrichoides</i> Sharb., <i>Penicillium</i> spp., <i>Cladosporium herbarum</i> Link., <i>Alternaria tenuis</i> Nees ex Fr.
ГисинарМ 0,25мл/л+эпин 0,4мл/л+кинто дуо 200мл/л	<i>Mycor</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Alternaria tenuis</i> Nees ex Fr.
ГисинарМ 0,25мл/л+экосил 1мл/л+кинто дуо 200мл/л	<i>Mycor</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp., <i>Alternaria tenuis</i> Nees ex Fr.
Ель		
Контроль	<i>Cladosporium herbarum</i> Link., <i>Pythium debaryanum</i> , <i>Aspergillus niger</i> Tiegh, <i>Mycor</i> spp., <i>Botrytis cinerea</i> Pers., <i>Penicillium</i> spp.,	<i>Fusarium oxysporium</i> Sch., <i>Fusarium sporotrichoides</i> Sharb., <i>Penicillium</i> spp., <i>Cladosporium herbarum</i> Link.

ГисинарМ 0,25мл/ л+эпин 0,4мл/л+кинто дуо 200мл/л	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh, <i>Mycor</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium</i> spp.,
ГисинарМ 0,25мл/ л+экосил 1мл/л+кинто дуо 200мл/л	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh, <i>Mycor</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium</i> spp.

Выявлено также, что предпосевная обработка семян защитно-стимулирующими композициями оказывает регулирующее действие на физиолого-биохимические процессы сеянцев ели и сосны. Выход водорастворимых веществ из хвои сеянцев ингибировался в той или иной степени во всех вариантах, равно как и количество ТБК-продуктов в тканях растений было снижено по сравнению с контролем, особенно у сосны, что говорит о том, что применение защитно-стимулирующих составов способствует активации процессов адаптогенеза у растений.

Научные разработки последних лет показали, что при выращивании сеянцев хвойных пород можно успешно использовать стимуляторы и при обработке растений [4]. Показано, что применение регуляторов роста дает наибольший эффект при внесении их в критические периоды онтогенеза, т. е. тогда, когда растительный организм наиболее требователен к условиям выращивания и в то же время уязвим для повреждающих агентов. Знание ритmicности роста, кульминационных периодов накопления питательных элементов позволяет выделить критические периоды в жизни растения, периоды максимальной эффективности питания и защиты. Обработку посевов проводили дважды: в фазу интенсивного роста хвои (критический период максимальной эффективности питания, рост осевого побега, рост хвои, появление боковых корней, накопление сухого вещества) и в фазу формирования верхушечной почки (осеннее накопление фитомассы, интенсивное формирование корневой системы). Для составления защитно-стимулирующих композиций использовали фиторосторегуляторы-адаптогены эпин, экосил, фитовитал, фунгицид отечественного производства эхион. Он предназначен для опрыскивания растений в процессе вегетации, совместим с другими пестицидами и регуляторами роста растений [5]. Известно, что антагонистические связи формируются между неспециализированными видами патогенов и растениями, находящимися в строго определенной стадии развития и характеризующимися специфическими физиологическими показателями [6]. Воздействие биотического фактора может приводить к снижению темпов накопления биомассы в связи с замедлением процессов метаболизма. В то же время регуляторы роста, действуя на протяжении всего периода онтогенеза, затрагивают биохимические процессы растения, вызывая не только структурные, но в первую очередь функциональные изменения, обеспечивающие жизнедеятельность растительного организма и его взаимодействие с окружающей средой. Поэтому исследовалось влияние защитно-стимулирующих композиций на некоторые физиолого-биохимические показатели сеянцев. Обработка сеянцев ели снижала содержание продуктов перекисного окисления липидов мембран в хвое в среднем на 10-15 % и, соответственно, ингибировала выход водорастворимых веществ (таблица 2). У сеянцев сосны под воздействием смесей содержание

ТБК-продуктов снижалось вдвое, тогда как выход водорастворимых веществ, наоборот, увеличивался. Отсутствие корреляции между этими двумя показателями у сосны может свидетельствовать о том, что сеянцы этой породы являются более пластичными, отзывчивыми на обработку, по сравнению с сеянцами ели, а обработка, помимо усиления адаптационного потенциала растений, стимулирует также и обмен веществ в них.

Таблица 2. Влияние внекорневой обработки на биохимические показатели сеянцев ели (% контролю)

Вариант	Показатели	
	ТБК-продукты	Водорастворимые вещества
Контроль	100	100
Эпин 80 мл/га	82	89
Экосил 60 мл/га	89	85
Фитовитал 0,3 л/га	96	58
Эхион 0,6 л/га	73	75
Экосил 60 мл/га+эхион 0,6 л/га	86	104
Эпин 80 мл/га+эхион 0,6 л/га	93	122
Фитовитал 0,3 л/га+эхион 0,6 л/га	108	65
Эпин 80 мл/га+фитовитал 0,3 л/га+Эхион 0,6 л/га	116	70
Экосил 60 мл/га+ фитовитал 0,3 л/га+эхион 0,6 л/га	68	115

Фитопатологическое обследование сеянцев на момент взятия проб показало, что посевы поражены грибами рода *Fusarium*, которые играют основную роль в развитии инфекционного полегания сеянцев хвойных в лесопитомниках. Природным резервуаром сохранения возбудителей фузариоза являются не только почва и растительные остатки, но и семена. Виды рода *Fusarium* малочувствительны к фунгицидам, поэтому обработка сеянцев защитно-стимулирующими композициями оказалась в нашем эксперименте малоэффективной по отношению именно к этим патогенам, однако была достаточно эффективной по отношению к другим грибам, вызывающим инфекционное полегание сеянцев, таким как *Alternaria*, *Rizoctonia*, *Pythium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*.

Summary

Application of growth regulators, consisting of protective and stimulating compositions for presowing seed processing and uproots seedlings of coniferous breeds promising to stimulate plant growth, improve their habitus and formation of physiological and biochemical reactions of resistance to disease caused by phytopathogenic fungi.

Литература

1. Соколова, Э. С. Указания по диагностике болезней хвойных пород в питомниках и лесных культурах / Э. С. Соколова, Н. М. Ведерников. – М., 1988. – 77 с.)

2. Интернет: <http://www.dissercat.com/content/vidovoi-sostav-gribov-roda-fusarium-i-ikh-rol-v-pat>).
3. Подготовка к посеву семян зерновых культур (рекомендации). Жодино: РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» – 2008.
4. Интернет: http://science-bsea.narod.ru/2001/les_2001/gordienko_ivanusheva.htm).
5. Миренков, Ю. А. Химические средства защиты растений: справочник / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. В. Сорока. – 2-е изд., перераб. и доп. – Несвиж: Несвиж. укрупн. типогр. им. С. Будного. – 2011. – 394 с.
6. Беломесяцева, Д. Б. Таксономический анализ структуры грибных фитопатогенов аборигенных хвойных пород / Д. Б. Беломесяцева. // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 40 / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси – Минск: Право и экономика, 2011. – Вып.40. – С. 283–294.

УДК 630*443

CURRENT SITUATION OF NEEDLE BLIGHT DISEASES CAUSED BY A DANGEROUS QUARANTINE PINE PATHOGENIC FUNGI IN LITHUANIA.

Markovskaja S.¹, Raitelaitytė K.²

1. Nature Research Center, Laboratory of Mycology, Žaliųjų ežerų 49, LT 08406 Vilnius, Lithuania, e-mail: svetlana.markovskaja@botanika.lt

2. Faculty of Natural Sciences, Vytautas Magnus University, Vileikos 8, LT-44404 Kaunas, Lithuania, e-mail: kristina.raitelaityte@gmail.com

During last decade a dangerous quarantine pine pathogenic fungi: *Dothistroma septosporum* (Dorog.) M. Morelet (the disease agent of the Red band needle blight or *Dothistroma* needle blight) and *Lecanosticta acicola* (Thümen) H. (the disease agent of the Brown spot needle blight) were established in Lithuania (Fig.1). They were initially identified by morphological and later confirmed by molecular PCR-based methods (classic PCR and real-time PCR).

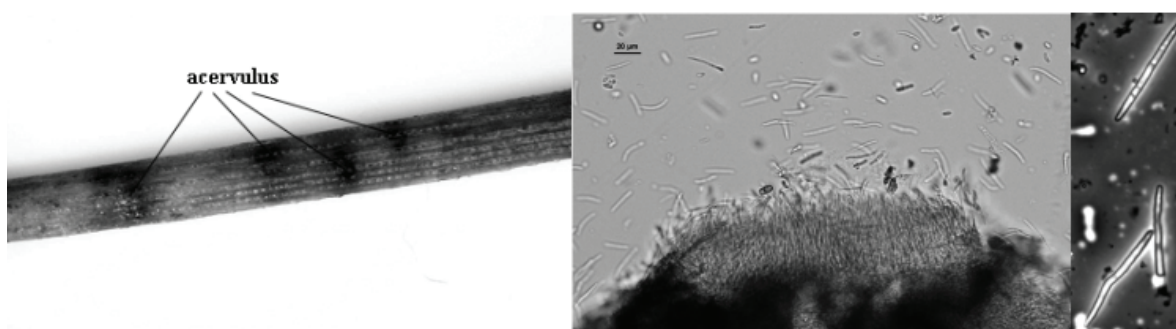


Figure 1. Symptoms of *Dothistroma septosporum* on *Pinus sylvestris* needle, acervulus and conidia

Dothistroma needle blight (DNB) is a one of the most serious diseases of pines causing strong defoliation, decreased productivity and, in extreme cases, tree death, sometimes seriously damage pine plantations, especially of *Pinus radiata* in the Southern Hemisphere [1, 3, 4, 9]. It is known two causal agents of DNB - *Dothistroma septosporum* and *Dothistroma pini* [1]. In Lithuania in 2002 on ornamental alien pine *Pinus mugo* planted in the environs of Vilnius *Dothistroma septosporum* (teleomorph *Mycosphaerella pini*) was found for the first time [5]. Since then, this fungus has widely spread on native pine *Pinus sylvestris* over whole territory of the country. Currently *D. septosporum* is known from 46 localities infecting *P. mugo*, *P. nigra*, *P. heldreichii*, *P. parviflora*, *P. peuce*, *P. ponderosa*, *P. sibirica*, *P. strobus*, *P. sylvestris* and *Picea abies* needles in various parks, nurseries, natural and planted pine forests. The DNB severity is not very higher, only in some juvenile pine stands of *P. sylvestris* strong defoliation and death of trees was observed [6].

The other pathogen, *Lecanosticta acicola* (Thümen) H. (teleomorph *Mycosphaerella dearnessii*) was found in Lithuania in 2009 on *Pinus mugo* (Fig.2) in Curonian Spit [7].

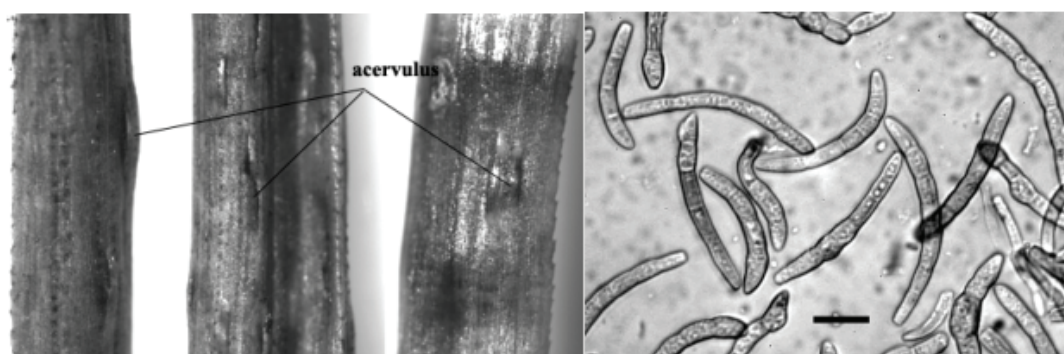


Figure 2. Symptoms of *Lecanosticta acicola* on *Pinus mugo* needles, acervulus and conidia.

Nowadays this fungus is quickly spreading in Curonian Spit pine forests, in 2014 was established in 8 localities on *Pinus mugo* and *Pinus sylvestris* and also in nursery. *Lecanosticta acicola* by EPPO is listed as dangerous quarantine pest of A2 category [8]. The fungus in Europe is not widely spread, in Baltic countries appeared about 2008 [2, 7]. Currently in Lithuania it is characterised by local displacement, mainly in the *Pinus mugo* plantations of Curonian Spit peninsula. In both Americas cause severe growth checks to seedlings and young trees [3, 4].

In 2015, in western (Preila, Juodkrantė, Kredtinga) and central (Kaunas) parts of Lithuania, needle samples of three pine species - *Pinus sylvestris*, *Pinus mugo* and *Pinus nigra* were collected and analyzed for infections incidence of *Lecanosticta acicola* and *Dothistroma septosporum*. After microscopic examination the fruitbodies and conidia of both species - *Dothistroma septosporum* and *Lecanosticta acicola* have been found. In addition, *Dothistroma septosporum* identity was confirmed using polymerase chain reaction (PCR) method with specific primers, but failed to detect *Lecanosticta acicola*. Later both pathogens *Dothistroma septosporum* and *Lecanosticta acicola* have been detected in collected needles using real-time polymerase chain reaction (RT-PCR). Given results showed that in 4 inspected locations (Nida, Juodkrante, Kretinga and Kaunas) needles of approximately 64% of examined trees were infected with *Dothistroma septosporum*.

Lecanosticta acicola was detected only in Nida and Juodkrantė on needles of approximately 15% of examined pines and on less than 4 % of examined trees double infection caused by *Dothistroma septosporum* and *Lecanosticta acicola* have been detected.

Only asexual anamorphic stage of both pathogens *Dothistroma septosporum* and *Lecanosticta acicola* was obtained on infected needles, sexual morph stage (teleomorphs) was not yet found in Lithuania.

References:

1. Barnes I., Crous P.W., Wingfield B.D., Wingfield M.J. Multigene phylogenies reveal that red band needle blight of *Pinus* is caused by two distinct species of *Dothistroma*, *D. septosporum* and *D. pini*.// *Studies in Mycology*. – 2004. – Vol. 50. – P. 551–565.
2. Drenkhan R., Hanso M. Recent invasion of foliage fungi of pines (*Pinus* spp.) to the Northern Baltics. // *Forestry Studies/ Metsanduslikud Uurimused*. – 2009. – Vol. 51. – P.49–64.
3. Evans H.C. The genus *Mycosphaerella* and its anamorphs *Cercoseptoria*, *Dothistroma* and *Lecanosticta* on pines. // *Mycological Papers*. – 1984. – Vol.153. – P.1–102.
4. Gibson I.A.S. Diseases of forest trees widely planted as exotics in the tropics and southern hemisphere.// Part II. The genus *Pinus*. Oxford and Kew, UK, Commonwealth Forestry and Commonwealth Mycological Institute. – 1979.
5. Jovaišienė Z., Pavilionis R.,: Pušinis rutulgybis (*Mycosphaerella pini*) – raudonjuostės spyglių degligės sukėlėjas Lietuvoje.// *Mūsų girios*. – 2005.– Issue 5. – P. 7.
6. Markovskaja S., Treigienė A. New data on invasive pathogenic fungus *Dothistroma septosporum* in Lithuania.// *Botanica Lithuanica* – 2009. – Vol.15. – Issue 1. – P. 41–45.
7. Markovskaja S., Kacergius A., Treigienė A. Occurrence of new alien pathogenic fungus *Mycosphaerella dearnessii* in Lithuania.// *Botanica Lithuanica* – 2011. – Vol.17. – Issue 1. – P.29–37.
8. OEPP/EPPO, : *Mycosphaerella dearnessii* and *Mycosphaerella pini*. PM 7/46(2). –2008. – Bulletin OEPP/EPPO. – Issue 38. – P.349–362.
9. Woods A., Coates K.D., Hamann, A. Is an unprecedented *Dothistroma* needle blight epidemic related to climate change.- *BioScience*. – 2005. – Vol.55. – P.761–769.

PROTECTED AND THREATENED LICHENS IN THE CITY OF BIALYSTOK (NORTH-EASTERN POLAND)

Matwiejuk A.

University in Bialystok, Institute of Biology, Department of Ecology of Plants, Konstantin Ciołkowski 1J street, 15-950 Bialystok, Poland, matwiej@uwb.edu.pl

Lichens as good bioindicators of environmental changes, especially those most sensitive and demanding in terms of habitats conditions – taxa included in the species protection

programme and included in the species protection programme and included on the Red List as threatened lichens. Lichens are highly sensitive to habitat changes occurring under the influence of human activity, and the problem of their protection has been the subject of many studies (i.a.), also in urban areas [e.g. 1, 2, 3, 4, 5]. Therefore lichens are included among highly threatened organisms. According to Cieśliński et al. [6], over 55% of the total number of lichens found in Poland are taxa threatened to certain extent.

According to the physical and geographical regionalization of Poland, Białystok is situated in the Białystok Uplands of the Podlaskie Plain on the banks of the Biała River. The city of Białystok is situated between 53° 07' of latitude north and between 23° 09' of longitude east. Within the current administrative limits, the city covers an area of over 102,3 km² and has 295 624 inhabitants. Green areas, including forests, covers 32% of the city area. Two of the most important natural areas are the forests reserves, Las Zwierzyński and Las Antoniuk.

Lichenological studies were conducted in 2005-2015. The study area is located within the administrative limits of the city of Białystok. The material consisted of threatened and protection lichens. Collection of lichens was performed from all possible substrates of their occurrence. The identification keys by Smith et. al. [7] and the other monographs were used to identify the lichens. The nomenclature of lichens species was taken according to Diederich et al. [8], species of *Bryoria* and *Usnea* genus according to Fałtynowicz [9]. Categories of threats to species in Poland were taken from Cieśliński et al. [6]. Protected species in Poland were taken from Journal of Laws, 2014, No. 1408 [10].

List of species

The Red list Categories: CR - Critically Endangered, EN – Endangered, VU – Vulnerable species, NT – Near Threatened, LC – Least Concern, DD – Data Deficient; §§ – strictly protected species, § – partially protected species.

Anaptychia ciliaris (L.) Körb. – on the bark of *Acer platanoides*, 1 stand; EN; §§

Bryoria crispa (Mot.) Bystr. – on the bark of *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, 4 stands; EN; §§

Bryoria fuscescens (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. – bark of the *Populus tremula*; 1 stand; VU; §

Bryoria vrangiana (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. – bark of *Betula pendula*, 1 stand; CR; §§

Cetraria islandica (L.) Ach. – soil, 4 stands; VU; §

Cladonia arbuscula (Wallr.) Flot. – soil, 5 stands; §

Cladonia rangiferina (L.) F. H. Wigg. – soil, 1 stand; §

Evernia prunastri (L.) Ach. – bark of the *Acer*, *Alnus*, *Fraxinus*, *Populus*, *Quercus*, *Robinia pseudacacia*, *Salix*, *Tilia*, 45 stands; NT

Flacoparmelia caperata (L.) Hale – bark of the *Quercus rubra*, 1 stand; EN; §

Graphis scripta (L.) Ach. – bark of the *Carpinus betulus*, 1 stand; NT

Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Hav. – bark of the *Acer*, *Betula*, *Pinus*, *Populus*, *Quercus*, *Salix*, *Tilia*, wood, 20 stands; NT; §

Imshaugia aleurites (Ach.) S.L.F. Meyer – bark of the *Pinus sylvestris*, 3 stands; §

Lecanora subrugosa Nyl. – bark of the *Alnus glutinosa*, *Populus nigra*, 2 stands; LC

Melanohalea elegantula (Zahlbr.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – bark of the *Populus tremula*, *Quercus robur*, 2 stands; VU; §§

Melanelixia subargentifera (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – bark of the *Acer platanoides*, 1 stand; VU

Parmelina tiliacea (Hoffm.) Hale – bark of the *Acer platanoides*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *Quercus robur*, *Salix alba*, 11 stands; VU; §§

Physcia aipolia (Humb.) Fűrnr. – bark of the *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *P. tremula*, 4 stands; NT

Physconia perisidiosa (Erichsen) Moberg – bark of the *Sambucus nigra*, 1 stand; EN

Pleurosticta acetabulum (Neck.) Elix. & Lumbsch – bark of the *Acer platanoides*, *Populus nigra*, *Quercus robur*, *Salix alba*, 5 stands; EN; §

Psilolechia lucida (Ach.) M. Choisy – concrete, 1 stand; LC

Ramalina farinacea (L.) Ach. – bark of the *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Salix caprea*, 9 stands; VU; §

Ramalina fastigiata (Pers.) Ach. – bark of the *Populus tremula*, 1 stand; EN; §§

Ramalina fraxinea (L.) Ach. – bark of the *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra*, *P. tremula*, *Quercus robur*, *Salix alba*, 11 stands; EN; §§

Ramalina pollinaria (Westr.) Ach. – bark of the *Acer platanoides*, 1 stand; VU; §

Stereocaulon condensatum Hoffm. – concrete, 1 stand; VU; §

Stereocaulon tomentosum Fr. – soil, 1 stand; EN; §§

Tuckermanopsis chlorophylla (Willd.) Hale (syn. *Cetraria chlorophylla* (Willd.) Vain.) – bark of the *Acer*, *Aesculus*, *Alnus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Juniperus communis*, *Pinus*, *Populus*, *Quercus*, *Robinia pseudacacia*, *Salix*, 27 stands; VU; §

Tuckermanopsis sepincola (Ehrh.) Hale (syn. *Cetraria sepincola* (Ehrh.) Ach. – bark of the *Juniperus communis*, *Pinus nigra*, 1 stand; EN; §§

Usnea hirta (L.) F. H. Wigg. – bark of the *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Q. rubra*, 5 stands; VU; §

Usnea subfloridana Stirt. – bark of the *Betula pendula*, *Populus tremula*, 3 stands; EN; §§

Vulpicida pinastri (Scop.) J.-E. Mattsson & M.J. Lai – bark of the *Betula pendula*, *Juniperus communis*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, 10 stands; NT; §

Xanthoparmelia pulla (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch – rocks, 1 stands; NT; §§

At present, the occurrence of 24 protected species of lichens was confirmed, which constitutes 16% of the present – day biota. The aforementioned figure includes 11 strictly protected taxa. The strictly protected species occurred at 35 sites. They were most abundant at the site located in forest areas (Las Zwierzyniecki, Las Solnicki, Las Bacieczki) and parks (Park Zwierzyniecki) and the Jewish cemetery.

Partially protected species occurred at 67 sites. So far 13 partially protected species were found in Białystok.

In addition to the presence of protected lichens, also threatened species from the Polish Red list are a very valuable indication of the natural environment of the lichen biota in the analysed area. At present, 29 species from the Red List were identified in the city area. They represent all categories of threat, except for regionally extinct (RE) and data deficient (DD). The Critically Endangered Category (CR) is represented by 1 taxa recorded in Białystok i.e. *Bryoria vrangiana*. The Endangered Category (EN) is represented by 10 taxa (*Anaptychia ciliaris*, *Bryoria crispa*, *Flavoparmelia caperata*, *Physconia perisidiosa*, *Pleurosticta acetabulum*, *Ramalina fastigiata*, *R. fraxinea*, *Stereocaulon tomentosum*, *Tuckermanopsis sepincola*, *Usnea subfloridana*). The category vulnerable (VU) is represented by 10 species. There are 6 species near threatened (NT). The Least Concern category (LC) is represented by two taxa – *Lecanora subrugosa* and *Psilolechia lucida*.

The epiphytes are most the threatened and protected of group of lichens.

For comparison 20 protected species of lichens were found in the city of Poznań (Kepel 1999), and only 16 in the of Przemyśl [2]. 24 protected taxa from the city of Białystok is similar number to that the recorded in Toruń [5]. The largest number was recorded by Kubiak [3] in the city in Olsztyn.

Habitat diversity in the city of Białystok – forests, parks, cemeteries – is favourable for the occurrence of numerous species of threatened and protected lichens.

References

1. Kepel A. Porosty jako wskaźniki zanieczyszczenia atmosfery. Msc. Pracy doktorskiej. Zakład Taksonomii Roślin Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań, 1999, 237 p.
2. Kiszka J. Porosty (Lichenes) oraz warunki bioekologiczne // Arboretum Bolestraszyce. – 1999 – Zeszyt 6, 86 p.
3. Kubiak D. 2005. Lichens and lichenicolous fungi of Olsztyn (NW Poland) // *Acta Mycologica*. – 2005 – Vol. 40, № 2 – P. 125–174.
4. Matwiejuk A. 2007. Porosty Białegostoku. Analiza florystyczno-ekologiczna. Tom I. Wydaw. Ekonomia i Środowisko, Białystok, 2007, 143 p.
5. Adamska E. Protected and threatened lichens in the city of Toruń. In: *Lichen Protection – Protected Lichen Species* / Edited by Lipnicki L. – Wyd. Sonar Literacki, Gorzów Wielkopolski, 2012. – P. 321–331.
6. Cieśliński S., Czyżewska K., Fabiszewski J. Red list of the lichens in Poland. In: *Red list of plants and fungi in Poland* / Edited by Mirek W., Zarzycki Z., Wojewoda K.W., Szeląg Z. – W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 2006. – P. 71–98.
7. Smith C.W., Aptroot A., Brian J. Coppins, A. Fletcher, O.L. Gilbert, P.W. James, P.A. Wolseley. *The lichen of Great Britain and Ireland*. British Lichen Society, 2009. – 1046 p.
8. Diederich, P., D. Ertz, N. Stapper, E. Sérusiaux, D. Van den Broeck, P. van den Boom and C.

Ries. The lichens and lichenicolous fungi of Belgium, Luxembourg and Northern France, 2016. URL: <http://www.lichenology.info> [03.06.2016].

9. Fałtynowicz W. The lichens lichenicolous and allied fungi of Poland. An annotated checklist. Krytyczna lista porostów i grzybów naporostowych Polski. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 2003. – 435 p.

10. Rozporządzenie 2014. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 09.10.2014 r. w sprawie gatunków dziko występujących grzybów objętych ochroną (Dz. U 2014.1408).

УДК 574.4:546.17+582.284.3

МИКОГЕННОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ: АЗОТНЫЙ БАЛАНС

Мухин В. А.,^{1,2} Диярова Д. К.,¹ Неустроева Н. В.,¹ Костицина М. В.¹

1 Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия, victor.mukhin@ipae.uran.ru

2 Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия, V.A.Mukhin@urfu.ru

Как известно [1], органическое вещество древесины состоит из четырех основных элементов: углерод, кислород, водород и азот. Содержание последнего составляет около 0,1 %. Это, а также крайне низкое содержание минеральных элементов (0,2–1,7 %), наличие устойчивых к химическому расщеплению полимерных соединений (целлюлоза, лигнин) делает древесину исключительно своеобразной с химической точки зрения средой обитания для населяющих ее организмов. Центральной группой ксилобионтных организмов являются ксилотрофные грибы, представляющих собой единственную в современной биосфере группу эукариот, способных к биохимической конверсии лигноцеллюлоз. Важнейшим результатом их деятельности является окислительная конверсия органического углерода древесины в диоксид, поступающий в атмосферный обменный пул CO₂ [2].

В данной работе представлены и обсуждаются материалы, характеризующие азотный баланс при разложении древесного дебриса в предлесостепных лесах Среднего Урала *Fomes fomentarius* (L.:Fr.) Fr., *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) P. Karst., *Hapalopilus rutilans* (Pers.: Fr.) P. Karst., *Lenzites betulina* (L.: Fr.) Fr., *Phellinus punctatus* (P. Karst.) Pilát, *Trametes pubescens* (Schumach.: Fr.) Pilát, *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát, *Trichaptum pargamenum* (Fr.) G. Cunn., *Tyromyces chioneus* (Fr.) P. Karst., *Stereum hirsutum* (Willd.: Fr.) Gray. Для анализа были использованы образцы древесных остатков с плодовыми телами названных дереворазрушающих грибов, а также аналогичные по размерам образцы древесины, не пораженной грибами.

Определение азота и углерода проводили на анализаторе Multi N/C 2100 (Analytik Jena AG, Германия). Навески измельченных древесных остатков, разрушаемых грибами,

здоровой, не пораженной грибами древесины и плодовых тел грибов массой 40–150 мг в керамических кюветах помещали в горизонтальную камеру с температурой 1200 °С, где они сгорали в кислороде, поступающем со скоростью 2,2 л/мин. По количеству CO₂, с учетом массы образца, рассчитывали по калибровочной шкале содержание углерода на кг воздушно-сухой массы образца – г С/кг. Для определения легкогидролизуемого азота (азот минеральных и легкогидролизуемых органических соединений) навески измельченных древесных остатков, здоровой древесины, плодовых тел грибов массой 0,5–2,2 г помещали в колбы с 25 мл 0,5 н H₂SO₄ на 16–18 часов. Затем вытяжки отфильтровали через бумажные фильтры “желтая лента” и анализировали на том же анализаторе, но с модулем для автоматического ввода образцов в вертикальную камеру для сырого сжигания в токе кислорода (160±10 мл/мин). Полученные значения по содержанию подвижного азота в мг/л пересчитывали с учетом объема вытяжки и массы навески в мг на 100 г воздушно-сухой массы образца – мг N/ 100 г.

Как показывают результаты проведенных анализов (табл. 1), при разложении древесины грибами в ней увеличивается содержание подвижного азота, как в абсолютном, так и в относительном выражении.

Таблица 1. Содержание подвижного азота в древесных остатках и плодовых телах дереворазрушающих грибов

Гриб-деструктор	Субстрат			Плодовое тело		
	мг N/100 г	%	K _a	мг N/100 г	%	K _a *
<i>Fomes fomentarius</i>	36.8	0.037	2.7	80.3	0.080	5.9
<i>Fomitopsis pinicola</i>	22.2	0.022	1.6	37.9	0.038	2.8
<i>Naipalopilus rutilans</i>	43.6	0.044	3.2	51.6	0.052	3.8
<i>Lenzites betulina</i>	33.6	0.034	2.5	101.4	0.101	7.5
<i>Phellinus punctatus</i>	26.1	0.026	1.9	35.7	0.036	2.6
<i>Stereum hirsutum</i>	18.2	0.018	1.3	86.7	0.087	6.4
<i>Trametes pubescens</i>	41.9	0.042	3.1	72.9	0.073	5.4
<i>Trametes versicolor</i>	12.4	0.012	0	67.3	0.067	5.0
<i>Trichaptum pargamentum</i>	56.8	0.057	4.2	108.3	0.108	8.0
<i>Tyromyces chioneus</i>	20.7	0.021	1.5	125	0.125	9.2

Примечание: * коэффициент накопления, характеризующий соотношение азота в субстратах, плодовых телах грибов и в здоровой древесине.

Коэффициент накопления азота в древесных остатках, разрушаемых грибами, варьирует от 0 (*Trametes versicolor*) до 4.2 (*Trichaptum pargamentum*), а в среднем равен 2,2. Для плодовых тел грибов эти показатели существенно выше: диапазон варьирования коэффициента накопления от 2,6 (*Phellinus punctatus*) до 9,2 (*Tyromyces chioneus*), в среднем 5,7. Если в не пораженной грибами древесине содержание подвижного азота составляет 13,6 мг/100 г (0,013 %), а соотношение С/Н 2800:1, то в древесине, разрушаемой гри-

бами, C/N 1400:1, а в абсолютном выражении содержание азота в среднем оценивается в 31,5 мг на 100 г (0,031 %). Еще больше азота в плодовых телах грибов – 76,7 мг/100г (0,077 %), C/N 500:1. Содержание азота в плодовых телах в среднем в 2,5 раза выше, чем в разрушаемых ими древесных остатках и в 5,7 раза выше, чем в древесине, не пораженной грибами. Между содержанием азота в субстратах и в плодовых телах связь есть, но слабая – коэффициент корреляции 0,17.

По коэффициенту накопления азота в субстратах грибы можно разделить на две группы. У первых (*Trametes versicolor*, *Tyromyces chioneus*, *Stereum hirsutum*, *Fomitopsis pinicola*, *Phellinus punctatus*) он варьирует от 0 до 1,9, а у вторых (*Trametes pubescens*, *Trichaptum pargamenum*, *Fomes fomentarius*, *Hapalopilus rutilans*, *Lenzites betulina*) от 2,5 до 4,2. Аналогично можно разделить грибы на две группы и по накоплению азота в плодовых телах: у первой (*Trametes pubescens*, *T. versicolor*, *Hapalopilus rutilans*, *Fomitopsis pinicola*, *Phellinus punctatus*) коэффициент накопления 2,6–5,4, у второй (*Tyromyces chioneus*, *Stereum hirsutum*, *Trichaptum pargamenum*, *Fomes fomentarius*, *Lenzites betulina*) 5,9–9,2.

Однозначного объяснения накоплению азота в разрушаемых грибами древесных остатках нет. Например, относительное процентное накопление азота могло бы быть связано с преимущественным потреблением грибами углеродного компонента. Однако содержание углерода в древесных остатках при их микогенном разложении ни в абсолютном, ни в относительном выражении не меняется (табл. 2). Так, если в не пораженной грибами древесине углерода содержится 33 г на 100 г воздушно-сухой массы (33 %), то в древесных остатках, разрушаемых грибами, – 31 г (31 %). Поэтому увеличение азота в древесине при ее микогенном разложении нельзя связать с преимущественным потреблением грибами углеродсодержащих соединений.

Таблица 2. Содержание углерода в разрушаемых грибами древесных остатках

Гриб-деструктор	г С /100 г
<i>Fomes fomentarius</i>	34.48
<i>Fomitopsis pinicola</i>	34.06
<i>Hapalopilus rutilans</i>	30.18
<i>Lenzites betulina</i>	28.07
<i>Phellinus punctatus</i>	29.50
<i>Stereum hirsutum</i>	32.33
<i>Trametes pubescens</i>	29.29
<i>Trametes versicolor</i>	32.96
<i>Trichaptum pargamenum</i>	32.60
<i>Tyromyces chioneus</i>	30.03

Примечание: содержание углерода в здоровой древесине составляет 33,06 г/100 г.

Второе из возможных объяснений накопления азота в древесных остатках при микогенном разложении может быть связано с использованием дереворазрушающими гри-

бами почвенного азота. Такая возможность вполне реальна, например, для видов, мицелий которых способен распространяться через почву (*Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*); но она, скорее всего, исключена для видов, распространяющихся спорами растений (*Trametes versicolor*, *Tyromyces chioneus*, *Stereum hirsutum*, *Trametes pubescens*, *Lenzites betulina*). Третье из возможных объяснений аккумуляции азота при микогенном разложении древесины мы рассматриваем лишь в качестве гипотезы: накопление азота в древесине, разрушаемой грибами, – это результат фиксации атмосферного азота ассоциированными с грибами азотфиксирующими микроорганизмами. Показано [3], что в плодовых телах *Fomes fomentarius* и *Fomitopsis pinicola* регистрируется слабая азотфиксирующая активность, обусловленная присутствием азотфиксирующих бактерий.

Таким образом, микогенное разложение древесных остатков сопровождается существенным увеличением содержания в них азота. Однозначного объяснения этому феномену нет: азот может поступать в древесные субстраты из внешних источников (почва), накапливаться в результате азотфиксации ассоциированными (симбиотическими) с грибами бактериями.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 15-04-06881), УрО РАН (проект № 15-12-4-27).

Summary

The decomposition of wood by fungi accompanied by more than two fold increase in absolute and relative nitrogen content in the wood. The unequivocal explanation for this phenomenon is not present, but it is certain that any nitrogen may enter the substrate from external sources (soil, plants) or accumulate in a result of fixation of atmospheric nitrogen associated (symbiotic) with fungi bacteria.

The work supported by RFBR (project № 15-04-06881) and Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (project № 15-12-4-27).

Литература

1. Ванин С. И. Древесиноведение. Л.: Гослестехиздат, 1934. 548 с.
2. Мухин В. А. Дереворазрушающие грибы – современная экологическая парадигма// Биоразнообразии и экология грибов и грибоподобных организмов Северной Евразии: материалы Всерос. конф. с международ. участием. Екатеринбург, 20–24 апреля 2015. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. С. 170–172.
3. Larsen M. J., Jurgensen M. F., Harvey A. E., Ward J. C. Dinitrogen fixation associated with sporophores of *Fomitopsis pinicola*, *Fomes fomentarius*, and *Echinodontium tinctorum*// *Mycologia*, 1978. V. 70. № 6. 1217–1222 с.

БОТРИТИС – СЕРАЯ ГНИЛЬ ЛИСТЬЕВ, БУТОНОВ, ЦВЕТКОВ, ПЛОДОВ, СЕМЯН МОЛОДОГО ПРИРОСТА В НАСАЖДЕНИЯХ СОЧИ

Пастухова И. С.

ФГБУ «Сочинский национальный парк», Сочи, Россия, irina.s.pastukhova@rambler.ru

Возбудитель *Botrytis cinerea* Pers. Поражает листья, цветы, бутоны, побеги, плоды многих растений в Сочи. Пораженные части растения при начальном заболевании желтовато-бурого цвета, затем покрываются серым пушистым налетом, состоящим из грибницы, конидиеносцев и конидий возбудителя. Заражение растений может происходить в течение всего года. Чаще всего ботритисом поражаются растения, произрастающие во влажных условиях, сильно загущенных посадках (непродветриваемых). Больные бутоны не раскрываются. Лепестки цветков и побег отмирают. Пораженные растения теряют декоративность, при систематическом поражении отмирают.

Всего обследовано 120 видов из 20 семейств интродуцированных насаждений г. Сочи. Развитие серой гнили отмечено на растениях 70 видов из 18 семейств.

Распространенность серой гнили значительно варьировала и достигала наибольшего значения на растениях: *Calycanthus occidentalis* Hook. & Arn.(50 %), *Cinnamomum camphora* (L.) Nees. (10–50 %), *Laurus nobilis* L. (30 %), *Laurocerasus officinalis* Roem, *Prunus lusitanica* L. (10–40 %), *Myrtus communis* L. (30–60 %), *Nerium oleander* L. (20–40 %), *Ácca sellowiana* O.Berg. (30–60 %), *Diospyros lotus* L. (5–70 %), *Punica granatum* L. (40–80 %), *Viburnum tinus* L. (50–100 %), *Chaenoméles japónica* Lindl.(20–80 %), *Camellia Japonica* L. (10–100 %), *Forsythia japonica* MAKINO.(10–100 %), *Escallonia bifida* Link & Otto., *Escallonia rubra* Pers (20–100 %) [1, 2].

В таблице 1 приведены данные о поражении серой гнилью растений в насаждениях Сочи.

Таблица 1. Поражение серой гнилью растений в насаждениях Сочи.

Устойчивые 5 %	<i>Cercis chinensis</i> BUNGE, <i>Laburnum anagyroides</i> Medic., <i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu & W. C. Cheng, <i>Taxodium distichum</i> L.C.Rich, <i>Taxus baccata</i> f. <i>procumbens</i> (Loudon) Pilger, <i>Ternstroemia gymnanthera</i> (Wight et Arn.) Sprague
Слабо-поражаемые 5–25 %	<i>Caragána arboréscens</i> Lam., <i>Crataégus</i> – все виды, <i>Agave americana</i> L. – и другие виды, <i>Buddléja</i> – все виды, <i>Asminum mesnyi</i> Hance, <i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl, <i>Prunus avium</i> L., <i>Prunus divaricate</i> Ledeb., <i>Pueraria lobata</i> (Willd.), <i>Rósa</i> – все виды, <i>Stranvaesia nussia</i> Decne., <i>Photinia serrulata</i> Lindl., <i>Cedrus deodara</i> G.Donfil., <i>Eucalýptus</i> – все виды, <i>Mespilus germanica</i> L., <i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.
Средне-поражаемые 25–50 %	<i>Calycanthus occidentalis</i> Hook. & Arn., <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Nees., <i>Laurus nobilis</i> L., <i>Laurocerasus officinalis</i> Roem, <i>Prunus lusitanica</i> L., <i>Myrtus communis</i> L., <i>Nerium oleander</i> L., <i>Ácca sellowiana</i> O.Berg., <i>Diospyros lotus</i> L.
Сильно-поражаемые	<i>Punica granatum</i> L., <i>Viburnum tinus</i> L., <i>Chaenoméles japónica</i> Lindl., <i>Camellia Japonica</i> L., <i>Forsythia japonica</i> MAKINO., <i>Escallonia bifida</i> Link & Otto., <i>Escallonia rubra</i> Pers.

Summary

Botrytis – gray mold leaves, buds, flowers, fruits, seeds, new growth in plantations SOCHI

Литература

1. Гаршина Т. Д. Болезни деревьев и кустарников Северного Кавказа. – Сочи, ФГУ ”НИИгорлесэкол”, 2003. – 130 с.
2. Пастухова И. С. Инфекционные болезни листьев, хвои древесных пород Большого Сочи/ И. С. Пастухова // Роль ботанических садов в сохранении разнообразия растений: сб. материалов междунар. науч. конф., г. Батуми, 8–10 мая. 2013 г. Батуми, Грузия. С. 221–222.

УДК 634.222:632.484(476)

ДИНАМИКА ЛЕТА КОНИДИЙ ГРИБА CLASTEROSPORIUM CARPORHILUM (LEV.) ADERH. – ВОЗБУДИТЕЛЯ КЛЯСТЕРОСПОРИОЗА СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ В САДАХ БЕЛАРУСИ

Пилат Т. Г.

РУП «Институт защиты растений», Беларусь, belizr@tut.by

Клястероспориоз – вредоносное заболевание сливы домашней, распространенность которого на восприимчивых сортах может достигать 100 % [2]. Вредоносность клястероспориоза в условиях Беларуси проявляется в поражении почек, снижении ассимиляционной поверхности листьев, годичного прироста побегов и массы плодов, что отрицательно сказывается на урожае [3]. Возбудитель болезни – гриб *Clasterosporium carporhilum* (Lev.) Aderh., который относится к классу *Deuteromycetes*, порядку *Hyphomycetales*, семейству *Dematiaceae*. Имеющиеся в литературе сведения о влиянии гидротермических факторов на развитие гриба *Cl. carporhilum* весьма разноречивы, так как изучались в разных агроклиматических зонах. Однако, по мнению большинства исследователей [1, 4, 5], основными факторами, регулирующими распространение болезни, являются влажность и температура воздуха.

Целью наших исследований явилось изучение влияния метеорологических условий на сроки лета конидий гриба *Cl. carporhilum* в насаждениях сливы домашней.

Проведенные нами наблюдения за динамикой лета конидий гриба *Cl. carporhilum* показали, что начало этого процесса в условиях 2010 г. отмечено 1 апреля, в 2011 г. – 5 апреля, в 2012 г. – 30 марта, в 2013 г. – 17 апреля, что совпадает с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через 5 °С в сторону повышения. В результате систематизации и статистической обработки данных 4-летних наблюдений за летом конидий гриба *Cl. carporhilum* установлено, что сроки начала лета зависят от гидротермических условий после перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в сторону

повышения. Нами было оценено влияние различных факторов внешней среды (среднесуточная температура воздуха, сумма осадков, влажность воздуха) на скорость образования спороношения гриба *Cl. sacrophilum*.

Установлено, что продолжительность периода после перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С до начала лета конидий гриба *Cl. sacrophilum* в существенной степени зависит от среднесуточной температуры воздуха за этот период – коэффициент корреляции составил -0,95. Выявленная зависимость может быть выражена графически. Уравнение регрессии, отражающее эту взаимосвязь, имеет следующий вид:

$$Y = 30,5 - 3,4x; R^2 = 0,91,$$

где Y – продолжительность периода от перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С до начала лета конидий гриба *Cl. sacrophilum*, сутки;

x – среднесуточная температура воздуха после перехода среднесуточной температуры через 0 °С в сторону повышения, °С.

Установлено, что повышение среднесуточной температуры воздуха после устойчивого перехода через 0 °С способствует ускорению процесса образования спороношения гриба *Cl. sacrophilum*. В условиях 2010 г. при повышении среднесуточной температуры до 5,8 °С после перехода через 0 °С продолжительность периода до начала лета конидий гриба была наименьшей и составила 11 дней (таблица 1). При снижении среднесуточной температуры, наблюдавшейся в 2011 г. (2,3 °С) продолжительность периода до начала лета конидий гриба *Cl. sacrophilum* составила 24 дня.

Таблица 1. Влияние абиотических факторов на сроки начала лета конидий гриба *Cl. sacrophilum* (опытный сад РУП «Институт плодоводства», Минский район)

Год исследований	Начало лета конидий	Устойчивый переход среднесуточной температуры через 0 °С	Среднесуточная температура воздуха (°С) после перехода через 0 °С	Сумма осадков (мм) после перехода через 0 °С	Влажность воздуха (%) после перехода через 0 °С	Продолжительность периода до начала лета конидий, дни
2010	01.04	22.03	5,8	6,3	72,9	11
2011	05.04	13.03	2,3	12,4	66,0	24
2012	30.03	14.03	4,2	14,2	72,0	17
2013	17.04	01.04	3,3	25,2	78,8	17
Коэффициент корреляции			-0,95	0,27	-0,57	

Таким образом, среднесуточная температура воздуха после устойчивого перехода через 0 °С является основным предиктором для начала лета конидий гриба *Cl. sacrophilum*.

Несмотря на то, что первые конидии патогена улавливались в конце марта – начале апреля, их концентрация в воздухе в течение месяца оставалась на низком уровне во все годы исследований. В 2010 и 2012 гг. начало массового лета конидий гриба *Cl. sac-*

porphilum отмечено 5 и 10 мая соответственно в фенофазе сливы «цветение», в то время как в 2011 и 2013 гг. начало массового рассеивания конидий наблюдалось 11 и 16 мая соответственно в фенофазе сливы «конец цветения». Статистическая обработка данных 4-летних наблюдений при сопоставлении с метеорологическими условиями вегетации показала, что начало массового лета конидий гриба *Cl. sacrorophilum* происходит после устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 13 °С. В годы исследований продолжительность периода до начала массового спороношения и лета конидий гриба при таких условиях составила от 6 до 16 дней (таблица 2). Среднесуточная температура воздуха за этот период варьировала от 13,5 до 18,9 °С, а минимальное количество осадков, необходимое для начала массового лета конидий гриба патогена составило 6,0 мм.

Таблица 2. Влияние абиотических факторов на начало массового лета конидий гриба *Cl. sacrorophilum* (опытный сад РУП «Институт плодоводства», Минский район)

Год исследований	Начало массового лета конидий	Устойчивый переход среднесуточной температуры через 13 °С	Среднесуточная температура воздуха после перехода через 13 °С, °С	Сумма осадков после перехода через 13 °С, мм	Влажность воздуха после перехода через 13 °С, %	Продолжительность этапа, дни
2010	05.05	30.04	14,3	41,0	76,0	6
2011	11.05	26.04	13,5	21,4	56,2	16
2012	10.05	26.04	15,3	15,8	63,8	15
2013	16.05	07.05	18,9	6,0	65,1	10
Коэффициент корреляции			-0,25	-0,51	-0,92	

Установлено, что продолжительность периода от перехода среднесуточной температуры воздуха через 13 °С до начала массового лета конидий гриба *Cl. sacrorophilum* в существенной степени зависит от влажности воздуха за этот период – коэффициент корреляции составил -0,92. Выявленная зависимость выражается линейным уравнением регрессии:

$$Y = 46 - 0,5x; R^2 = 0,85$$

где Y – продолжительность периода от даты перехода среднесуточной температуры через 13 °С до даты начала массового лета конидий гриба *Cl. sacrorophilum*;

x – влажность воздуха после перехода среднесуточной температуры через 13 °С, %.

В условиях 2010 и 2013 гг. при повышении относительной влажности воздуха до 65,1–76 % после перехода среднесуточной температуры воздуха через 13 °С продолжительность периода до начала массового спороношения гриба возбудителя клястероспориоза была наименьшей и составила 6–10 дней. Снижение влажности воздуха до 56,2 % в 2011 г. обусловило увеличение этого периода до 16 дней.

Рост числа конидий, находящихся в воздухе, наблюдался непосредственно после

выпадения осадков. Под действием дождевых капель конидии вымываются из язвочек и переносятся на здоровые органы.

В результате статистической обработки данных 3-летних наблюдений за динамикой лета конидий гриба *Cl. carpophilum* была выявлена положительная корреляционная зависимость между количеством конидий, находящихся в воздухе, и суммой выпавших осадков. Коэффициент корреляции по годам исследований составил 0,51–0,62. Так, наибольшее количество конидий отмечено в 2011 г. 16 мая (500 штук на спороловушку), в 2012 г. – 18 июня (1617 штук на спороловушку), а в 2013 г. – 12 июня (944 штуки на спороловушку), сразу после выпадения большого количества осадков (24,1 мм в 2011 г., 79,7 мм в 2012 г. и 31,4 мм в 2013 г.). Дефицит осадков обуславливает снижение численности спор в воздухе. Так, в 2012 г. в конце мая (29.05) в период массового лета конидий гриба *Cl. carpophilum* их количество составило 286 штук на спороловушку (осадков выпало 4 мм), а после выпадения дождей (79,7 мм) возросло до 1617 штук. Следовательно, рассеивание конидий происходит преимущественно в дождливую погоду.

Во все годы исследований наименьшее число конидий в воздухе (4–69 штук на спороловушку) отмечалось в июле и августе. Рост численности конидий гриба *Cl. carpophilum*, находящихся в воздухе (102–165 штук на спороловушку), отмечается также в осенний период (II декада сентября – I декада октября) после уборки урожая.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что процесс лета конидий гриба *Cl. carpophilum* достаточно растянут во времени и происходит в течение всего периода вегетации культуры. Начало лета конидий наблюдается после устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 5 °С в сторону повышения. Массовый лет конидий гриба *Cl. carpophilum* отмечается через 6–16 дней после перехода среднесуточной температуры воздуха через 13 °С в сторону повышения и в существенной степени зависит от относительной влажности воздуха за этот период. Наиболее благоприятным временем для образования и рассеивания конидий является весенне-летний период (май–июнь). Некоторый рост количества спор гриба *Cl. carpophilum* в воздухе отмечался также в осенний период.

Summary

The dynamics of *Cl. carpophilum* fungus conidia is studied in garden plum plantations. The determining factor for start of conidia flight is the average daily temperature. The mass flight of the fungus conidia is marked after the average air temperature transition 13 °С in the direction of increase and depends on the relative air humidity. *Cl. carpophilum* fungus conidia growth in the air is marked immediately after rainfall.

Литература

1. Гревцева, Е. И. биологические особенности возбудителя клястероспориоза косточковых культур и условия развития болезни / Е. И. Гревцева // Селекция, сортоизучение

плодовых и ягодных культур. – Орел, 1971. – Т. 5 – С. 222–231.

2. Пилат, Т. Г. Распространенность клястероспориоза сливы в садах Беларуси / Т. Г. Пилат // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика: материалы Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию со дня организации РУП «Ин-т защиты растений», Минск, 5–8 июля 2011г. / Науч. практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: Л. И. Трепашко [и др.] – Несвиж, 2011. – С. 737–739.

3. Пилат, Т. Г. Вредоносность клястероспориоза сливы домашней в условиях Республики Беларусь / Т. Г. Пилат, С. Ф. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений» НАН Беларуси; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [Ivanova, N. Shot-hole disease on *Prunus persica* – the morphology and biology of *Stigmina carpophila* / N. Ivanova, M. Kaločaiova, M. Bolvanský // *Folia Oecologica*. – 2012. – Vol. 39, №. 1. – P. 21–27.

4. Shaw, D. A. Influence of wetness period and temperature on infection and development of shot-hole disease of almond caused by *Wilsonomyces carpophilus* / D. A. Shaw, J. E. Adaskaveg, J. M. Ogava // *Phytopathology*. – 1990. – Vol.80. – P. 749–756.

УДК 582.284

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ГРИБОВ

Поликсенова В. Д., Грушецкая З. Е., Антонович А. О., Желудевич И. З.,
Кантор К. В.

Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, polyksenova@gmail.com

Использование лечебных свойств грибов характерно для традиционной народной и отчасти научной медицины как европейского, так и азиатского региона [4, 6, 8]. Большой интерес именно к фунготерапии связан с тем, что грибы представляют собой уникальный источник природных биологически активных соединений. Они технологичны, способны к быстрому накоплению биомассы и продуцированию разнообразных биологических активных веществ, таких как антибиотики, полисахариды, витамины, ферменты, стимуляторы роста и др. Биологически активные вещества грибов с особенным химическим составом нередко не имеют аналогов в растительном и животном мире, что обуславливает их специфичный фармакологический эффект [2].

Наибольшее внимание привлечено к макромицетам из отдела *Basidiomycota*. По современным представлениям, из 10 тысяч видов базидиальных грибов чуть больше 200 видов обладают выраженным терапевтическим действием [3, 5]. Наиболее широко грибы используются в странах Юго-Восточной Азии, где в настоящее время около 20 видов лечебных грибов культивируют в промышленных масштабах как сырье для получения лекарственных препаратов [4, 6].

В Беларуси исследование биологической активности ряда видов базидиомицетов, прежде всего, обладающих иммуномодулирующим действием, проводится лабораторией

микологии ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» [1] .

Нами проведено изучение антибиотической активности 5 видов лекарственных грибов: *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd (головач гигантский), *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. (вешенка обыкновенная, 3 штамма), *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. (трутовик серно-желтый), *Ganoderma lucidum* (Kurtis) P. Karst. (трутовик лакированный), *Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pil. (березовый гриб чага). *Calvatia gigantea* и 2 штамма *Pleurotus ostreatus* выделены нами из плодовых тел, остальные штаммы получены из коллекции чистых культур ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси».

В качестве тест-культур были отобраны виды бактерий, патогенные для растений, либо при определенных условиях способные поражать человека:

Gr– бактерии (Gram-negative bacterium):

- *Pectobacterium carotovorum* (вызывает гнили клубней и корнеплодов картофеля, свеклы и т. д.).
- *Pseudomonas syringae* (вызывает у растений бурое слизеточение, обморожения, повреждения плодов и пятнистость листьев).
- *Pantoea agglomerans* (факультативная анаэробная палочковидная бактерия из семейства Enterobacteriaceae; может вызывать внутрибольничные инфекции мочевыводящих и дыхательных путей).

Gr+ бактерии (Gram-positive bacterium):

- *Bacillus pumilus* (аэробная спорообразующая бацилла, поражает лен, тыкву, кукурузу, свеклу, плоды апельсина, абрикоса, кабачков и других растений; изредка может вызывать пищевые отравления и кожные заболевания у человека).

Чистые культуры бактерий предоставлены кафедрой микробиологии БГУ.

Для анализа антибактериальной активности вторичных метаболитов лекарственных грибов использовали метод агаровых блоков. На чашку Петри с твердой питательной средой (КГА) без антибиотиков и каких-либо добавок с помощью шпателя «газоном» высевали культуру бактерий. Затем с помощью стерильного пробочного сверла из выращенной на агаризованной картофельной среде культуры грибов вырезали агаровые блоки с мицелием и помещали на поверхность бактериального газона. Чашки устанавливали в термостат при температуре 27 °С. Спустя сутки производили учет результатов. По величине зон угнетения роста тест-штаммов бактерий анализировали их чувствительность по отношению к метаболитам грибов [7].

Результаты проведенного лабораторного эксперимента представлены в таблице.

Как видно из приведенных данных, метаболиты грибов-сапротрофов оказывают избирательное действие на бактериальные тест-культуры. Так, *C.gigantea*, *G. lucidum* и *I. obliquus* не оказывают влияния на фитопатогенные бактерии, зоны лизиса не возникло. У гастероидного базидиомицета *C. gigantea* отмечено слабо выраженное антибиотическое влияние по отношению к *Pantoea agglomerans*, способному вызывать больничные инфекции.

Продукты метаболизма вешенки (*Pleurotus ostreatus*) вызвали лизис бактериальных клеток у *Bacillus pumilus* и *Pantoea agglomerans* – двух видов, которые условно патогенны для человека и могут вызывать ряд заболеваний. Отмечено, что активность метаболитов трех исследованных штаммов вешенки варьировала, проявляя популяционную неоднородность.

Наиболее высокая антибактериальная активность отмечена у метаболитов *L. sulphureus*: она проявилась по отношению к фитопатогенам *Bacillus pumilus* и *Pseudomonas syringae*. Зоны ингибирования здесь были максимальными и составили 1–2 мм.

Таблица. Влияние метаболитов лекарственных грибов на патогенные и условно патогенные бактерии

Тест-культура	Ширина зоны лизиса бактериальной культуры, мм				
	<i>Calvatia gigantea</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Laetiporus sulphureus</i>	<i>Ganoderma lucidum</i>	<i>Inonotus obliquus</i>
Gr+ бактерии					
<i>Bacillus pumilus</i>	0	0,8	1,0	0	0
Gr- бактерии					
<i>Pectobacterium carotovorum</i>	0	0	0	0	0
<i>Pseudomonas syringae</i>	0	0	2,0	0	0
<i>Pantoea agglomerans</i>	0,3	0,4	-	-	-

Таким образом, нами выявлена антибактериальная активность трех из пяти изученных лекарственных базидиомицетов. Для ряда объектов она продемонстрирована впервые.

Summary

Antibacterial activity of 5 species of medicinal mushrooms has been investigated against phytopathogenic bacteria and bacteria conditionally pathogenic to humans. It is shown that *Calvatia gigantea*, *Ganoderma lucidum* and *Inonotus obliquus* no effect on phytopathogenic bacteria. *Pleurotus ostreatus* metabolites and especially, *Laetiporus sulphureus* caused lysis of the bacterial cells *Bacillus pumilus* and *Pantoea agglomerans*, which can cause human disease.

Литература

1. Бабицкая В. Г., Щерба В. В., Пучкова Т. А., Бисько Н. А. Биологически активные соединения съедобных и лекарственных грибов // Биологические свойства лекарственных макромицетов в культуре: сборник научных трудов в двух томах / под ред. чл-корр. НАН Украины С. П. Вассера – Киев, Альтерпрес, 2012. – Т. 2. – С. 76–344.
2. Брагинцева Л. М. Грибы – источник биологически активных веществ / Л. М. Брагинцева // Успехи медицинской микологии: материалы первого всероссийского конгресса по медицинской микологии, Москва, 2003 г. / Нац. акад. мик; редкол.: Ю. В. Сергеев [и др.]. – Москва, 2003. – С. 242–244.

3. Вишневский М. В. Лекарственные грибы. Большая энциклопедия / М. В. Вишневский. – Москва: Эксмо, 2014. – 400 с.
4. Денисова Н. П. Лечебные свойства грибов. Этномикологический очерк. Российская академия наук. Ботанический институт им. В. Л. Комарова. СПб, 1998. – 59 с.
5. Краснопольская С. М. Грибы класса Basidiomycetes – источники лекарственных веществ // Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии. Сб. трудов междунар. конф., посвященной 80-летию кафедры микологии и альгологии МГУ и 90-летию со дня рождения М.В. Горленко (Москва, апрель, 1998г.) М.: Издательский дом «Муравей», 1998. – С. 230 – 232.
6. Лекарственные грибы в традиционной китайской медицине и современных биотехнологиях / Ли Юй [и др.]; под общ. ред. В. А. Сысуева. – Киров: О-Краткое, 2009. – 320 с.
7. Методы экспериментальной микологии. Справочник / под ред. В.И. Билай. Киев: Наукова думка, 1982. – 550 с.
8. Сяржаніна Г. І. Базідыяльныя грыбы Беларусі. Менск: Навука і тэхніка, 1994. – 587с.

УДК 630*44

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПРУЖАНСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Поликсенова В. Д., Фетина И.

Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, polyksenova@gmail.com

Фитопатогенные грибы всегда привлекали внимание исследователей, поскольку многие из них способны при определенных условиях привести к вспышке заболевания, вызвать значительное поражение вегетативной и репродуктивной сферы растений, привести к потере декоративности, потере значительной части урожая или гибели всего растения. В этом плане в республике объективно лучше изучены микопатогены на сельскохозяйственных культурах; значительно меньше исследований о фитопатогенных микромицетах декоративных растений и совсем немногочисленны сведения о видовом разнообразии и территориальном распространении грибов и грибоподобных организмов, паразитирующих на дикорастущих растениях. Между тем подобные сведения являются основой для мониторинга распространения и развития фитопатогенов, среди которых могут оказаться или появиться виды, чрезвычайно опасные и для естественных, и для искусственных растительных сообществ. В Беларуси сведения о разнообразии фитопатогенных микромицетов (к которым относятся настоящие грибы и оомицеты) все еще недостаточны, хотя данные накапливаются.

Растительность Пружанского района принадлежит к Неманско-Приднепровскому геоботаническому району, а в южной части – к Бугско-Полесскому геоботаническому району. Естественная растительность разнообразна и представлена лесами, мелколесьем, лугами и болотами. Имеются земли сельскохозяйственного назначения, озеленительные насаждения, приусадебные участки и т. д.

Сведения об изучении разнообразия фитопатогенных микромицетов на территории Пружанского района в литературных источниках весьма немногочисленны и связаны, прежде всего, с исследованиями на территории Беловежской пуши [4–6, 12, 13].

Так, в результате экспедиционных работ, проведенных микологами кафедры ботаники в 1999 г., на охраняемой территории выявлено 28 видов пероноспорных грибоподобных фитопатогенов, 66 видов мучнисторосяных и 61 вид ржавчинных грибов [5–6]. Еще 5 видов несовершенных грибов находятся в микологическом гербарии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси [9]. Однако за пределами Беловежской пуши изучение фитопатогенных микромицетов на территории Пружанского р-на не проводилось.

Объектами наших исследований являлись растения с симптомами поражения фитопатогенными грибами и грибоподобными организмами, произрастающие в Пружанском районе в окрестностях г. Пружаны, д. Плебанцы, д. Малые Яковчицы, д. Большие Яковчицы, д. Винец, д. Оранчицы, пос. Интернациональный, д. Слобудка, д. Слонимцы. Сбор материала производился маршрутным методом в период августа–сентября 2014 г. и июня–сентября 2015 г. Идентификация фитопатогенных грибов производилась по определителям и монографиям [1–3, 7, 8, 11]. Определение питающих растений осуществляли по [10].

В результате проведенных исследований нами было выявлено 59 видов фитопатогенных грибов на 62 видах растений. Выявленные грибы и грибоподобные организмы относятся к отделам Oomycota, Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota. Ниже приведен список видов, подтвержденный гербарными сборами, которые хранятся в гербарии кафедры ботаники БГУ.

Отдел Оомикота (Oomycota), пор. Пероноспорные (Peronosporales): *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. на *Allium cepa* L.; *P. viticola* de Bary (*Plasmopara viticola* Berl. et Toni) на *Vitis vinifera* L.; *Albugo candida* (Pers.) Roussel (= *Cystopus candidus* (Pers.) Lev.) на *Capsella bursa-pastoris* L.; *Hyaloperonospora parasitica* (Pers.) Constant. на *Capsella bursa-pastoris* L.

Отдел Аскомикота (Ascomycota), порядок Эризифовые (Erysiphales), или мучнисторосяные грибы: *Erysiphe aquilegiae* DC. на *Clematis orientalis* L., на *Ranunculus repens* L.; *E. flexuosa* (Peck) U. Braun & S. Takam. на *Aesculus hippocastanum* L.; *E. communis* Grev. на *Lupinus polyphyllus* Lindl.; *E. convolvuli* DC. на *Convolvulus arvensis* L.; *E. heraclei* DC. на *Aegoródium podagraria* L.; *E. polygoni* DC. на *Polygonum aviculare* L.; *E. alphitoides* (Griff. et Maubl.) U. Braun & S. Takam. (= *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.) на *Quercus robur* L.; *E. berberidis* DC. (= *Microsphaera berberidis* Lev.) на *Berberis vulgaris* L.; *E. palczewskii*

Jacz. U. Braun & S. Takam. (= *Microsphaera palczewskii* Jacz.) на *Caragana arborescens* Lam.; *Golovinomyces depressus* (Wallr.) V.P. Heluta (= *Erysiphe depressa* (Wallr.) Link) на *Arctium lappa* L.; *G. orontii* (Cast.) Gel. на *Cucurbita pepo* L.; *Phyllactinia fraxini* (DC.) Fuss на *Fraxinus excelsior* L.; *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) E.S. Salm. на *Malus domestica* Borkh.; *P. clandestina* (Wallr.: Fr.) Lev. на *Sorbus aucuparia* L.; *P. trydactyla* (Wallr.) de Bary на *Prunus domestica* L.; *P. mors-uvae* (Schwein.) U. Braun & S. Takam. (= *Sphaerotheca mors-uvae* (Schwein.) Berk & M.A. Curtis) на плодах *Ribes uva-crispa* L., *Ribes nigrum* L.; *P. aphanis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam. (= *Sphaerotheca aphanis* (Wallr.) U. Braun) на *Alchimilla glabra* Neyg.; *P. pannosa* (Wallr.) de Bary (= *Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lev. на *Rosa* sp.); *P. fusca* (Fr.) U. Braun et N. Shishkoff (= *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blum. em. U. Braun.) на *Taraxacum officinale* Webb., на *Calendula officinalis* L.; *P. plantaginis* (Castagne) U. Braun & S. Takam. (= *Sphaerotheca plantaginis* (Cast.) Junell.) на *Plantago major* L.; *Sphaerotheca dipsacearum* (L.R. et C. Tul.) Junell на *Rosa* sp.; *Sawadaea bicornis* (Wallr.: Fr.) Miyabe на *Acer negundo* L.; *S. tulasnei* (Fuck.) Homma. на *Acer platanoides* L.; порядок Гипокрейные (Hypocreales): *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. на *Secale cereal* L.; порядок Ритизмовые (Rhytismatales): *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr. на *Acer platanoides* L.; *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall. на *Pinus sylvestris* L.; *Coccomyces hiemalis* Higg., на *Prunus cerasifera* Ehrh., *P. domestica* L., *P. cerasus* L.; порядок Плеоспоровые (Pleosporales): *Venturia pygma* Aderh. на *Pygus communis* L.; *V. chlorospora* (Ces.) P. Karst. на *Salix* sp.; *V. chlorosa* (Ces.) Wint. на *Salix* sp. L.;

Отдел Базидомицота (Basidiomycota), класс Урединиомицеты (Urediniomycetes), порядок Ржавчинные (Uredinales): *Uromyces dactylidis* Otth. на *Dactylis glomerata* L.; *Uromyces geranii* (DC.) Lev на *Geranium pratense* L.; *Gymnosporangium cornutum* Arthur ex F. Kern на *Sorbus aucuparia* L.; *G. sabinae* (Dicks.) Wint. на *Pyrus communis* L.; *Puccinia graminis* Pers. на *Berberis vulgaris* f. *atropurpurea* Regel.

Отдел Дейтеромицота (Deuteromycota), класс Дейтеромицеты (Deuteromycetes), или несовершенные грибы (*Fungi imperfecti*), порядок Гифомицетальные (Hyphomycetales): *Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Neerg. на *Solanum lycopersicum* L.; *A. dianti* Stev. et Hall. на *Dianthus caryophyllus* L.; *Heterosporium gracile* Sacc. на *Iris germanica* L.; *Ramularia coccinea* (Fuckel.) Vesterg. на *Veronica officinalis* L.; *R. pratensis* Sacc. на *Rumex acetosa* L.; *R. taraxaci* Rarst. на *Taraxacum officinale* F.H. Wigg.; *R. knautiae* (Massal) Bubak Fig. на *Knautia arvensis* L.; *Ovularia monosporia* (West.) Sacc. на *Rumex obtusifolius* L.; *Cercospora microsora* Sacc. на *Tilia* sp. L.; *C. violae* Sacc. на листьях *Saintpaulia* H. Wendl.; *C. beticola* Sacc. на *Beta vulgaris* L.; *Stigmina carpophila* (Lev.) M.B. Ellis на *Prunus cerasus* L.; порядок Сферопсидальные (Sphaeropsidales): *Septoria fragariae* (Desm.) Sacc. на *Fragaria vesca* L.; *S. lupini* Kazn. на *Lupinus polyphyllus* L.; *S. violae* West. на *Viola arvensis* Murr.; *S. oenotherae* West. на *Oenothera biennis* L.; *Phyllosticta sphaeropsoides* Ellis & Everh. на *Aesculus hippocastanum* L.; порядок меланкониевые (Melanconiales): *Colletotrichum viola-tricoloris* Savul. & Sundu. на *Viola-tricolor* L.; *Gloeosporium venetum* Spog. на *Rubus idaeus* L.; *G.*

ampelophagum Sacc. на *Taraxacum officinalis* Webb.

На дикорастущих растениях развивались 60 % микромицетов, остальные паразитировали на культивируемых плодовых, овощных, декоративных растениях. Определены трофические предпочтения фитопатогенов: из представленного перечня свыше половины общего количества видов (56,7 %) можно отнести к биотрофам, остальные – к некротрофам (43,3 %). Среди перечисленных можно отметить 31 вид грибов, поражающих чужеродные виды высших растений (25). Эти виды микромицетов могут рассматриваться также как чужеродные, возможно, занесенные вместе с растениями-хозяевами или расширившие свои трофические связи.

В целом, сравнивая полученные нами данные о видовом составе фитопатогенных грибов Пружанского района с опубликованными ранее, можно сказать, что 51 вид отмечен впервые для обследованной территории.

Summary

An 59 species of pathogenic mikromitcetov found on the territory of Pruzhany district. They are parasitized by 62 species of wild and cultivated plants.

Литература

1. Атлас болезней лесных пород Беларуси / О. С. Гапиенко [и др.]; Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – Минск: Ред. журн. «Лесное и охотничье хозяйство», 2011. – 160 с.
2. Визначник грибів України. Т. III: Незавершені гриби. – Київ: Наукова думка, 1971. – 696 с.
3. Гелюта В. П. Флора грибов Украины. Мучнисторосяные грибы / В. П. Гелюта. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 15–23.
4. Гирилович И. С. Грибоподобные организмы (пор. Peronosporales) Беларуси / И. С. Гирилович. – Минск: БГУ, 2013. – 183 с.
5. Гирилович И. С., Храмцов А. К., Гулис В. И., Поликсенова В. Д. Микромицеты государственного национального парка Республики Беларусь «Беловежская пуца». I. Пероноспоровые и Ржавчинные грибы // Микология и фитопатология. 2003. – Т. 37. – Вып. 3. – С. 20–27.
6. Гирилович И. С., Гулис В. И., Храмцов А. К., Поликсенова В. Д. Микромицеты государственного Национального парка Республики Беларусь «Беловежская пуца». II. Мучнисторосяные грибы // Микология и фитопатология. 2005. – Т. 39. – Вып. 4. – С. 24–30.
7. Журавлев И. И. Болезни цветочных культур: Изд. Ленинградского ун-та, 1973. – 80 с.
8. Купревич В. Ф. Определитель ржавчинных грибов СССР. Ч. 1 / В. Ф. Купревич, В. И. Ульянищев – Минск: Наука и техника, 1975. – 336 с.
9. Макромицеты, микромицеты и лишенизированные грибы Беларуси // Парфенов, В. И. Гербарий Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича / В. И. Парфенов,

О. С. Гапиенко; под общ. ред. В. И. Парфенова и О. С. Гапиенко. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2006. – 499 с.

10. Определитель высших растений Беларуси / под ред. акад. В. И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 471 с.

11. Определитель ржавчинных грибов СССР: в 2 ч. / В. И. Ульянищев. – Л.: Наука, 1978. – Ч.2. – 384 с.

12. Поликсенова В. Д., Гирилович И. С. Храмцов А. К. К вопросу о микологических и фитопатологических исследованиях в Беловежской пушке // Беловежская пушка на рубеже третьего тысячелетия. Материалы науч.-практ. конф., посвященной 60-летию со дня образования государственного заповедника «Беловежская пушка» 22–24 декабря 1999 г., п. Каменюки, Брестская обл. Минск, 1999. – С. 70–72.

13. Поликсенова В. Д., Храмцов А. К., Гирилович И. С., Гулис В. И. Состояние и перспективы изучения микромицетов Государственного национального парка «Беловежская пушка» как объектов мониторинга // Мониторинг и оценка состояния растительного покрова. Материалы междунар. науч.-практ. конф. Минск, 28–31 октября 2003 г. – Минск: ИООО «Право и экономика», 2003. – С. 159–161.

УДК 582.288

МИКРОМИЦЕТЫ-БИОДЕСТРУКТОРЫ ИЗВЕСТНЯКА, ШТУКАТУРКИ И КЛАДОЧНОГО РАСТВОРА ИНТЕРЬЕРОВ ПАМЯТНИКОВ КУЛЬТУРЫ И МУЗЕЙНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Понизовская В. Б.¹, Антропова А. Б.², Ребрикова Н. Л.³, Биланенко Е. Н.¹,
Мокеева В. Л.¹

1. МГУ им. М. В. Ломоносова, Биологический ф-т, Москва, Россия, l.v.ponizovskaya@gmail.com

2. ФГБНУ НИИ вакцин и сывороток им. И. И. Мечникова, Москва, Россия

3. Государственный научно-исследовательский институт реставрации Министерства культуры РФ, Москва, Россия

Показано, что микромицеты играют важную роль в деструкции строительных материалов на минеральной основе, оказывая сильное механическое и химическое воздействие [1].

Известняк, штукатурка и кладочный раствор представляют собой специфические субстраты, включающие карбонат кальция и минеральные соли. Для этих субстратов характерно нейтральное или слабощелочное значение рН и недостаток органических веществ. Микобиота каменистых субстратов формируется в зависимости от ряда факторов, включающих как свойства самого материала, так и параметры окружающей среды, и, таким образом, представляет собой специфический комплекс, требующий обязательного

изучения при проведении реставрационных и консервационных работ [1–3].

Цель: изучить комплекс микромицетов-биодеструкторов штукатурки, известняка и кладочного раствора интерьеров памятников культуры и музейных помещений.

Нами было проведено микологическое обследование 17 объектов: 7 храмов (во Владимирской обл. и Москве) и 10 музейных помещений (в Великом Новгороде, Москве и Твери). Внутри помещений объектов отбирали пробы строительных материалов с деструктурированных и неповрежденных (контрольные пробы) участков стен. Всего проанализировано 128 проб. Пробы высевали на питательные среды Чапека и Чапека с крахмалом. Выделенные грибы идентифицировали по морфолого-культуральным и молекулярным признакам (на основе анализа нуклеотидных последовательностей ITS региона и D1/D2 доменов LSU рДНК).

Для исследования физиологических характеристик микромицетов-биодеструкторов изучили влияние рН среды на скорость роста 4-х выделенных нами штаммов активного биодеструктора *A. furcatum* (штаммы депонированы в коллекцию VTT (Финляндия) под номерами VTT D-151581; VTT D-151582; VTT D-151583; VTT D-151584), а также 3-х штаммов *A. furcatum*, выделенных из известковой побелки со стен в интерьере замка XVI века (Шотландия) [2] (VTT D-041030; VTT D-041031; VTT D-041032), идентичных нашим изолятам по молекулярным признакам. Значения рН сред (рН=4; 5; 7; 8; 9; 10) задавали с помощью буферных растворов, среды готовили на основе сусло-агара с добавлением дрожжевого экстракта [4].

В контрольных пробах количество выделенных грибов не превышало 50 КОЕ/г. Влагосодержание материалов в контрольных участках составляло 3–4 %.

В 46 % проб из зон деструкции количество грибов значительно превышало контрольные значения, составляя 10^3 – 10^5 КОЕ/г, что свидетельствует о наличии очагов биодеструкции в этих зонах. Влагосодержание субстрата в очагах биодеструкции было повышено (от 5 % до более 20 %). Несмотря на то, что на участках с обильным выходом на поверхность солей влагосодержание было высоким (от 8 % до более 20 %), количество выделенных из этих зон грибов часто было сопоставимо с таковым в контрольных пробах (0 – 10^2 КОЕ/г), что, по-видимому, связано с высоким осмотическим потенциалом субстрата, препятствующим росту грибов.

Всего нами было выделено 55 видов из 24 родов, без учета стерильного мицелия. Почти все выделенные микромицеты относятся к отделу Ascomycota, за исключением 2-х видов рода *Mortierella*, принадлежащих к отделу Zygomycota.

Наибольший показатель по относительному обилию в пробах обнаружен у представителей родов *Acromonium* (29 %), *Engyodontium* (26 %) и *Lecanicillium* (16 %); ниже – у представителей родов *Purpureocillium* (7 %), *Penicillium* (5 %), *Sarocladium* (5 %), *Aspergillus* (4,6 %) и *Cladosporium* (4 %). Относительное обилие представителей остальных родов составляло 1 % и ниже.

Наиболее часто встречались микромицеты родов *Penicillium* (70 %) и *Aspergillus* (54 %), однако их численность в пробах была невысока. Далее в порядке уменьшения встречаемости следовали виды родов *Engyodontium* (23 %), *Sarocladium* (18 %), *Acremonium* (15 %) и *Purpureocillium* (12 %). Встречаемость других родов была менее 6 %.

Известно, что представители родов *Penicillium* и *Aspergillus* доминируют в воздухе помещений и в домашней пыли [5–6]. Виды родов *Cladosporium* и *Alternaria* входят в состав филопланы, кроме того, микромицеты из рода *Cladosporium* доминируют в атмосферном воздухе г. Москвы [7]. Споры перечисленных родов грибов могут переноситься с потоками воздуха и оседать на субстрате, не развиваясь на нем. Невысокое относительное обилие представителей родов этих микромицетов свидетельствует, как правило, о случайном попадании спор в пробы с поверхностными загрязнениями. Таким образом, роль микромицетов из родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* и *Penicillium* в качестве биодеструкторов известняка, штукатурки и кладочного раствора в данном случае невелика.

Виды родов *Acremonium* и *Lecanicillium* – слизиобразующие, их споры обладают слабыми аэродинамическими свойствами. Именно они, выделенные нами в больших количествах из строительных материалов на минеральной основе, по нашему мнению, наиболее функционально значимы. Их высокое относительное обилие в пробах свидетельствует об активном развитии в субстрате этих грибов, а значит, и их активном участии в биодеструкции. Виды рода *Acremonium* выделены многими авторами как из известняковых строительных конструкций [8–9], так и из природных известняковых отложений [10–11]. Кроме того, представители рода *Acremonium* доминировали в известняке, штукатурке и кладочном растворе древнерусских памятников архитектуры [12]. В литературе отмечено, что грибы из рода *Acremonium* часто обнаруживаются на фресках [13].

По совокупности молекулярных и морфологических признаков выявили, что основными биодеструкторами, относительное обилие в пробах которых было наибольшим, оказались виды *Engyodontium album* (26 %), *Acremonium charticola* (11 %), *Acremonium potronii* (10 %), *Lecanicillium cf. wallacei* (9 %), *Purpureocillium lilacinum* (7 %) и *Acremonium furcatum* (7 %), среди которых по встречаемости доминировали *E. album* (19 %) и *P. lilacinum* (18 %).

Специфической чертой микобиоты изученных субстратов на минеральной основе является наличие видов, которые входят в число доминантов в щелочных местообитаниях: *Acremonium furcatum*, *Sarocladium kiliense*, *S. strictum* и *Verticillium zaregamsianum*. Так же, как и в щелочных местообитаниях, в изученных нами субстратах преимущественную роль играют микромицеты с конидиями, образующими слизистые головки, и мицелиальными тяжами, также склеенными слизью [4].

По скорости роста на средах с разными значениями pH наши штаммы были сходны с выделенными из шотландского замка. Все изученные изоляты оказались алкалотолерантными, способными развиваться в широких пределах pH (от 4 до 10), что хорошо

согласуется со спецификой изученных субстратов.

Таким образом, для строительных материалов на минеральной основе характерен специфический комплекс микромицетов-биодеструкторов, важную роль в котором играют *Acremonium*-подобные виды, систематика и физиология которых требуют дальнейшего изучения.

Работа выполнена в рамках Государственного задания, части 2 п. 01 10 (тема № АААА-А16-116021660088-9). Исследования частично поддержаны грантом РФФИ №15-04-06260 (Биланенко).

Summary

One hundred and twenty eight samples were taken from mineral building materials (limestone, plaster and mortar) from the inner surfaces of 7 cathedrals and 10 museums. Isolated fungi were identified by morphological characters and sequencing of the LSU rDNA and the ITS region. There was a high propagule counts (10^3 - 10^5 CFU/g) in 46% of samples. The most active biodestructors of mineral building materials were the following (in decreasing order of relative abundance): *Engyodontium album* (26%), *Acremonium charticola* (11%), *Acremonium potronii* (10%), *Lecanicillium cf. wallacei* (9%), *Purpureocillium lilacinum* (7%) and *Acremonium furcatum* (7%), among which *E. album* (19%) and *P. lilacinum* (18%) the most frequently occurred. The studied substrates are characterized by the presence of species that are among the dominants in alkaline habitats (*Acremonium furcatum*, *Sarocladium kiliense*, *S. strictum* and *Verticillium zaregamsianum*). *Acremonium furcatum* strains (VTT D-151581; VTT D-151582; VTT D-151583; VTT D-151584), which we isolated from mineral building materials, turned to be alkalitolerant able to grow over a wide range of pH (range 4–10), as well as *A. furcatum* strains (VTT D-041030; VTT D-041031; VTT D-041032) isolated from sandstone painted with lime wash of the inner wall of the ancient Scottish monument. So, mycobiota of mineral building materials is characterized by the specific fungal complex, which physiology and systematic position need further investigation.

Литература

1. Warscheid T., Braams J. Biodeterioration of stone: a review // *International Biodeterioration & Biodegradation*. – 2000. – V. 46, – № 4. – P. 343–368.
2. Suihko M. L., Alakomi H.-E., Gorbushina A., Fortune I., Marquardt J., Saarela M. Characterization of aerobic bacterial and fungal microbiota on surfaces of historic Scottish monuments // *Systematic and applied microbiology*. – 2007. – V. 30, – №. 6. – P. 494–508.
3. Понизовская В. Б., Ребрикова Н. Л., Антропова А. Б., Мокеева В. Л. Сравнение эффективности фунгицидного действия биоидов на основе наночастиц серебра, четвертичных аммониевых и полигуанидиновых соединений // *Микология и фитопатология*. – 2016. – Т. 50, – № 1. – С. 43–52.
4. Grum-Grzhimaylo A. A., Georgieva M. L., Debets A. J., Bilanenko E. N. On the diversity of fungi from soda soils // *Fungal Diversity*. – 2016. – V. 76, – № 1. – P. 27–74.

5. Петрова-Никитина А. Д., Мокеева В. Л., Желтикова Т. М., Чекунова Л. Н., Мокроносова А. Б., Биланенко Е. Н. Микобиота домашней пыли г. Москвы // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34. – № 3. – С. 25–33.
6. Антропова А. Б., Мокеева В. Л., Биланенко Е. Н., Чекунова Л. Н., Желтикова Т. М., Петрова-Никитина А. Д. Аэромикота жилых помещений г. Москвы // Микология и фитопатология. – 2003. – Т. 37. – № 6. – С. 1–11.
7. Еланский С. Н., Рыжкин Д. В. Концентрация спор грибов в атмосфере г. Москвы в связи с метеопараметрами // Микология и фитопатология. – 1999. – Т. 33. – № 3. – С. 188–192.
8. Šimonovičová A., Gódyová M., Ševc J. Airborne and soil microfungi as contaminants of stone in a hypogean cemetery // International biodeterioration & biodegradation. – 2004. – V. 54. – № 1. – P. 7–11.
9. Cataldo R., De Donno A., De Nunzio G., Leucci G., Nuzzo L., Siviero S. Integrated methods for analysis of deterioration of cultural heritage: the Crypt of “Cattedrale di Otranto” // Journal of cultural heritage – 2005. – V. 6. – № 1. – P. 29–38.
10. Wasser S. P., Nevo E., Vinogradova O. N., Navrotskaya I. L., Ellanskaya I. A., Volz P. A., Virchenko V. M., Tsarenko P. M., Kondratyuk S. Ya. Diversity of cryptogamic plants and fungi in “Evolution Canyon”, Nahal Oren, Mount Carmel Natural Preserve, Israel // Israel Journal of Plant Sciences. – 1995. – V. 43. – № 4. – P. 367–383.
11. Ellanskaya I. A., Nevo E., Wasser S. P., Volz P. A., Sokolova E. V. Species diversity of soil micromycetes in two contrasting soils at the Tabigha microsite (Israel) // Israel journal of plant sciences – 2000. – V. 48. – P. 309–315.
12. Ребрикова Н. Л. Биология в реставрации. М.: РИО ГосНИИР, 1999, 184 с.
13. Gorbushina A. A., Heyrman J., Dornieden T., Gonzalez-Delvalle M., Krumbein W. E., Laiz L., Petersen K., Saiz-Jimenez C., Swings J. Bacterial and fungal diversity and biodeterioration problems in mural painting environments of St. Martins church (Greene–Kreienzen, Germany) // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2004. – V. 53. – № 1. – P. 13–24.

УДК 581.557:582.282.192

ЭНДОФИТЫ ЗЛАКОВ: ВЫДЕЛЕНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР

Попкова Е. Г.

Московский государственный университет им М. В. Ломоносова, Москва, Россия,
kattyworld@yandex.ru

Грибы-эндофиты злаков представляют собой монофилетичную группу организмов, относящихся к семейству Clavicipitaceae (Hypocreales, Sordariomycetes, Pezizomycotina, Ascomycota) и вступающих со злаками и некоторыми осоками [4] в тесные симбиотиче-

ские взаимоотношения.

Мицелий таких грибов развивается в тканях хозяина бессимптомно в течение всего жизненного цикла, в том числе и во время цветения злака. Передача инфекции происходит вертикально вместе с зараженными семенами, причем ее эффективность может достигать 100 %. Гифы залегают в межклетниках, не образуют гаусторий и приурочены, в основном, к надземным частям растения, наиболее часто обнаруживаясь в листовых влагалищах и стеблях [3].

Эндوفитный мицелий может повышать устойчивость растения к биотическому стрессу, то есть к патогенам и животным-фитофагам за счет синтеза ряда различных алкалоидов, которые могут сделать растение крайне токсичным [3, 8].

Кроме того, симбиоз с клавиципитальными эндوفитами способствует более высокой конкурентоспособности злаков в условиях абиотического стресса, например, при засухе, дефиците питательных веществ [6] и загрязнении почвы тяжелыми металлами [7].

Данный симбиоз имеет чрезвычайно важное практическое и теоретическое значение, однако, к сожалению, в России ему уделяют крайне мало внимания. Литературных данных по встречаемости эндوفитов на территории России почти нет. Показано существование ассоциаций между *Festuca pratensis* Huds. и грибом *Neotyphodium uncinatum* (W. Gams, Petrini et D. Schmidt) Glenn, C.W. Bacon et Hanlin (Москва, Московская и Брянская области), а также единичные находки для *F. rubra* L. (Московская область) и *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (Московская область) [1].

Следовательно, целью данного исследования стал поиск эндوفитов злаков на территории России, а также создание коллекции чистых культур для дальнейшей работы по их видовой идентификации и всестороннего изучения.

Материалы и методы

Всего отобрано и проанализировано 584 образца растений, собранных в период 2011–2014 гг., относящихся к следующим видам: *Festulolium loliaceum* (Huds.) P. Fourn., *Agropyron* sp., *Bromopsis inermis*, *Elymus caninus* (L.) L., *Festuca arundinacea* Schreber, *F. gigantea* (L.) Vill., *F. pratensis*, *F. rubra*, *Lolium perenne* L. Часть образцов семян была предоставлена лабораторией иммунитета растений ВНИИ кормов имени В. Р. Вильямса и Е. Ю. Благовещенской.

Для анализа зараженности вегетирующих растений срывы адаксиальной поверхности влагалищ листьев окрашивали анилиновым синим (100 мл 0,1 %-ного водного раствора анилинового синего в 50 мл 80 %-ной молочной кислоты) [4]. Анализ зараженности семян проводили микроскопированием давленных препаратов, окрашенных анилиновым синим (кипячение в смеси состава: 0,325 г анилинового синего, 100 мл воды, 50 мл 80 %-ной молочной кислоты) с предварительным вымачиванием в водном растворе NaOH (20-21 час в 2,5 %-ном или 14–15 часов в 5 %-ном растворе).

Выделение грибов в чистую культуру проводили из поверхностно стерилизованных частей растений на картофельно-глюкозный агар (КГА: вода – 1000 мл; картофель –

200 г; D-глюкоза – 20 г; агар – 16 г), разлитый толстым слоем в стеклянные чашки Петри (45 мл на чашку). В среду также добавляли пенициллин в концентрации 100 мг/л, чтобы исключить заражение культур бактериями.

Поверхностная стерилизация растительного материала – один из наиболее важных этапов, определяющих успешность получения изолятов. При выделении эндофитов из листьев, которые имеют рельефную гидрофобную поверхность, затруднен доступ стерилизующего агента, поэтому фрагменты листьев в первую очередь помещали в стерильную воду с добавлением капли твина (Tween 80), затем материал переносили в 0,1 %-ный раствор HgCl_2 на 3–5 секунд, после чего промывали стерильной водой и помещали на питательную среду. Для стерилизации семян использовали иную методику, так как они защищены плотными семенными чешуями. Сперва семена вымачивали в 50 %-ной серной кислоте (H_2SO_4) 30–40 минут, затем дважды промывали стерильной водой, после чего материал перекладывали в бюкс с неразбавленным чистящим средством «Доместос» также на 30–40 минут. Далее следовала двукратная промывка стерильной водой и перенос на питательную среду. Для дополнительной защиты от высыхания и контаминации чашки обжигали в пламени горелки и оборачивали парафильмом.

Чашки инкубировали в термостате при температуре 20–25°C в течение 3-х и более месяцев.

По мере выделения культуры пересеивали на чашки Петри с КГА, а также в пробирки со скошенным агаром. Кроме того, полученными культурами засеивали колбы со стерильной пшеницей. Колбы, чашки и пробирки инкубировали в термостате при температуре 20–25 °C, периодически встряхивая колбы по мере нарастания мицелия.

Результаты

Основной проблемой, с которой сталкиваются исследователи при изучении эндофитов, является то, что обнаружить инфекцию вне лаборатории практически невозможно, так как внешне наличие симбиоза не проявляется. Кроме того, показано, что один и тот же злак может иметь как инфицированные побеги, так и свободные [1], что также увеличивает вероятность ошибки.

Из 9-ти исследованных видов злаков присутствие эндофитного мицелия обнаружено только у трех видов: *F. pratensis* (9 популяций Москвы, 3 популяции Московской области и 3 сортовых образца), *F. gigantea* (3 популяции, расположенные на территории Звенигородской биологической станции имени С. Н. Скадовского), а также *Elymus caninus* (1 популяция ЗБС). Наличие эндофитной инфекции у двух последних видов на территории России показано впервые [2]. Зараженность семян варьировала в очень широких пределах: от 5 % для *F. pratensis* сорта Кварта до 100 % у дикорастущей *F. gigantea*. Для видов *Bromopsis inermis* и *Festuca rubra* ранее для Московской области были известны единичные случаи колонизации эндофитами [1], однако в нашем исследовании ни один из образцов не был заражен.

Попытки выделения эндофитных грибов в чистую культуру встречают массу труд-

ностей. Даже если мицелий жизнеспособен, он не всегда переходит на питательную среду, предпочитая оставаться в растении, что не удивительно для сильно специализированных биотрофов. Кроме того, выделение может занимать очень длительные промежутки времени (до 4-х месяцев и более), поэтому нередко происходит потеря штаммов из-за заражения культурами бактерий, микромицетов или высыхания питательной среды.

Всего нами было получено 96 изолятов из семян злаков (таблица) и только один изолят из листьев. Возможно, при выделении из листьев грибок в большинстве случаев погибал при жесткой поверхностной стерилизации с помощью 0,1 %-ного раствора $HgCl_2$. Изоляты хранятся на чашках Петри с КГА, пробирках со скошенным агаром и колбах с пшеницей. Из них 21 формирует конидиальное спороношение.

Таблица. Чистые культуры эндофитных грибов, выделенные из семян (М – Москва, МО – Московская область)

Место сбора	Растение-хозяин	Зараженность, %	Число изолятов
М, м. Царицыно	<i>Festuca pratensis</i>	96,30	3
М, м. Речной вокзал	<i>F. pratensis</i>	100	4
М, м. Проспект мира	<i>F. pratensis</i>	93,33	19
М, м. Университет	<i>F. pratensis</i>	100	2
М, м. Выхино	<i>F. pratensis</i>	100	3
М, м. Марьино	<i>F. pratensis</i>	80,77	1
МО, ЗБС	<i>F. pratensis</i>	94,9	19
МО, ВНИИ кормов	<i>F. pratensis</i> , сорт Николаевский	35,6	15
МО, ЗБС	<i>Festuca gigantea</i>	100,0	16
МО, ЗБС	<i>F. gigantea</i>	74,5	2
МО, ЗБС	<i>Elymus caninus</i>	41,9	12

По морфологическим признакам, а также по размеру конидий 19 изолятов отнесены к виду *Epichloë festucae* Leuchtm., Schardl & M.R. Siegel. Они формируют типичный септированный мицелий 1,5–2,5 мкм шириной, имеющий тенденцию к объединению в тяжи по 4–6 и более гиф. Фиалиды образуются как на одиночных гифах, так и на тяжах, чаще одиночно. Септа при основании, как правило, отсутствует, в большинстве случаев отмечено наличие латеральной септы. Фиалиды конусовидной формы у основания (1,5–2 мкм в ширину), к вершине суживаются до 0,5–1 мкм; от 9 до 29 мкм в длину. Конидии полулунные, иногда почти почковидные, но с более-менее суженными концами, размером 3,8–5 мкм в длину и 2–2,5 мкм в ширину. Данный вид исходно описан на овсянице красной, на которой он формирует стромы, но на других хозяевах он распространяется вертикально через семена [5].

Для овсяницы луговой на территории Москвы и области был известен только *Neotyphodium uncinatum*, типичный для данного растения-хозяина [1], к этому виду относятся 2 изолята, выделенных из овсяницы луговой. Они имеют типичный септированный мицелий диаметром 1,3–2,4 мкм, который зачастую агрегируется в тяжи из 2–4-х гиф, причем местами встречаются более крупные по сравнению с обычным

мицелием четковидно вздутые участки, напоминающие хламидоспоры. Фиалиды отходят как от одиночных гиф, так и от тяжей. Септа при основании, как правило, отсутствует, иногда встречаются латеральные септы. Фиалиды от 5 до 35 мкм в длину, слегка расширенные при основании (до 2,5 мкм), к вершине суживаются до 0,6–1,5 мкм. Довольно часто встречаются различные пролиферации фиалид. В разной степени изогнутые, вытянутые конидии (1,8–3,1 x 5,0–16 мкм) в зрелом состоянии располагаются перпендикулярно относительно фиалиды.

Summary

Clavicipitalean endophytes are very common and important group of fungi that form symbiotic relationships with several turf and forage grasses. This association has extremely important practical and theoretical significance, but, unfortunately, it gets very little attention in Russia. So the objective of this study is research on occurrence of endosymbiotic fungi in various grasses and isolation of pure cultures of fungi for future research. 584 samples of *Festulolium loliaceum*, *Agropyron* sp., *Bromopsis inermis*, *Elymus caninus*, *Festuca arundinacea*, *F. gigantea*, *F. pratensis*, *F. rubra*, *Lolium perenne* were studied. Endophytes were found in 3 species of grasses (*Festuca gigantea*, *F. pratensis* and *Elymus caninus*). 97 strains of fungi were isolated. 19 isolates were classified as an *Epichloë festucae*, which was not seen in Russia previously and 2 isolates were classified as a *Neotyphodium uncinatum*. So it seems like endosymbiotic fungi are widely represented in populations of grasses of Russia and require future research.

Литература

1. Благовещенская Е. Ю. Эндوفитные грибы злаков. Дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ. – 2006. – 138 с.
2. Благовещенская Е. Ю., Попкова Е. Г. Новые находки эндوفитных грибов. Короткое сообщение // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. – 2016. – № 2. – С. 17–18.
3. Bacon C. W., Porter J. K., Robbins J. D., Luttrell E.S. *Epichloë typhina* from toxic tall fescue grasses // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1977. – V. 34. P. – 576–581.
4. Clay K. Fungal endophytes of grasses // *Annu. Rev. Ecol. Syst.* – 1990. – V. 21. – P. 275–297.
5. Leuchtman A., Schardl C. L., Siegel M. R. Sexual compatibility and taxonomy of a new species of *Epichloë* symbiotic with fine fescue grasses // *Mycologia.* – 1994. – V. 86. – P. 802–812.
6. Malinowski D. P., Belesky D. P. Adaptations of endophyte-infected cool-season grasses to environmental stresses: mechanisms of draught and mineral stress tolerance // *Crop. Sci.* – 2000. – V. 40. – P. 923–940.
7. Mirzahosseini Z., Shabani L., Sabzalian M. R., Sharifi-Tehrani M. *Neotyphodium* endophytes may increase tolerance to Ni in tall fescue // *European Journal of Soil Biology.* – 2014. – V. 63. – P. 33–40.
8. Schardl C. L., Moon C. D. Processes of species evolution in *Epichloë/Neotyphodium*

endophytes of Grasses. In: White J. F., Jr., Bacon C. W., Hywel-Jones N. L. and J. W. Spatafora (eds.) Clavicipitalean fungi: evolutionary biology, chemistry, biocontrol and cultural impacts. Marcel Dekker, Inc. New York, – 2003. – P. 273–310.

УДК 582.29; 57.063.7; 543.544.5.068.7

ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИШАЙНИКОВ FLAVOCETRARIA CUCULLATA, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЯКУТИИ

Прокопьев И. А.¹, Порядина Л. Н.¹, Шаварда А. Л.² Конорева Л. А.², Филиппова Г. В.¹

1. Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия, ilya.a.prokopiev@gmail.com\ poryadina-lena@rambler.ru

2. Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт–Петербург, Россия, ajdarzarov@yandex.ru

Качественный состав основных лишайниковых веществ является достаточно стабильным признаком, нашедшим широкое применение в таксономии лишайников. В то же время известны случаи внутривидовой химической изменчивости, когда возможно отсутствие или замена исходных лишайниковых веществ на другие близкие по структуре соединения [1]. Так, например, на основе хемотаксономических данных удалось выявить географически обособленные варианты *Cetraria ciliaris* – *C. ciliaris* var. *ciliaris* и *C. ciliaris* var. *halei* [2].

Нами проведено хемотаксономическое исследование 40 образцов лишайников *Flavocetraria cucullata* (Bellardi) Kärnefelt & A. Thell (Parmeliaceae), отобранных в различных районах Якутии. Хроматографический анализ, методом ВЭЖХ, показал наличие в талломах усниновой, салазиновой, лихестериновой, протолихестериновой и алло-протолихестериновой (впервые для данного вида) кислот. При этом все пять химических компонентов содержались одновременно только в 23 изученных образцах (хемотип I). В оставшихся 17 образцах отсутствовала или находилась в следовых количествах алло-протолихестериновая кислота (хемотип II) либо салазиновая (хемотип III). Показано, что *F. cucullata* хемотипа I более характерна для таежных и горных экосистем с субарктическим и резко-континентальным типом климата (рисунок). Лишайники, относящиеся к хемотипу II, преимущественно произрастают в зоне арктических пустынь и тундры севернее 70-й широты. Лишайники хемотипа III встречались только в ерниках и листовенных редколесьях западной Якутии.

Таким образом, на территории Якутии показано наличие трех географически обособленных хемотипов *F. cucullata*, дальнейшее изучение которых представляет интерес для развития систематики данного вида.

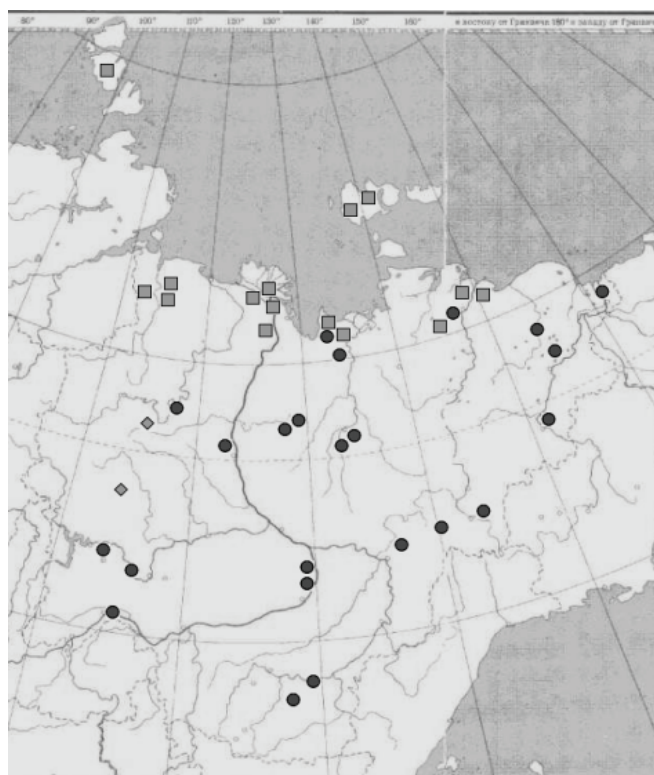


Рисунок. Расположение хемотипов *Flavocetraria cucullata* на территории Якутии. Круги – хемотип I; квадраты – хемотип II и ромбы – хемотип III.

Summary

Chemotaxonomic study of *Flavocetraria cucullata* (Bellardi) Kärnefelt & A.Thell (Parmeliaceae) 40 samples, selected in different districts of Yakutia was performed. The chromatographic analysis by HPLC showed the presence of usnic, salazinic, lichesterinic, protolichesterinic and allo-protolichesterinic acids. At that, all five chemical components contained simultaneously only in 23 studied samples (chemotype I). At the remaining 17 samples are lacking or in the trace amounts allo-protolichesterinic (chemotype II) or salazinic acids (chemotype III). It is shown that *F. cucullata* chemotype I is more common in the taiga and mountain ecosystems with sub-Arctic and sharply continental climate type. Lichens relating to chemotype II grow in the arctic desert and tundra zones northern of the 70th latitude. Lichens of chemotype III met only in yerniks and larch forests of western Yakutia.

Работа выполнена в рамках государственных заданий по проектам № 0376-2014-0005 и № 0376-2014-0003 при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-44-05105 р_восток_a.

Литература

1. Egan R. S. Correlations and non-correlations of chemical variation patterns with lichen morphology and geography // *Bryologist*. 1986. – V. 89. – P. 99–110.
2. Brodo I. M. Lichenes Canadenses Exsiccati: Fascicle III. // *Bryologist*. 1984. – V. 87. – P. 97–111.

К ВОПРОСУ О ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ТРОПИЧЕСКИХ ШТАММОВ *PLEUROTUS DJAMOR* (RUMPH. : FR.) BOEDIJN

Псурцева Н. В.¹, Шевкина А. А.², Бодунова Е. Н.³

1. Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, nadyapsu@binran.ru;
2. Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия;
3. Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия, helen1253@mail.ru;

Ксилотрофный базидиомицет *Pleurotus djamor* (Rumph.: Fr.) Boedijn широко распространен по всему миру в субтропических и тропических регионах и известен цветовой и структурной вариабельностью. Корнер, изучая южно-азиатские образцы *P. djamor*, отмечал их широкое морфологическое разнообразие, описал базидиомы в молодом возрасте как мономитические, становящиеся димитическими впоследствии, и, на основании цвета и облика плодовых тел, выделил 6 разновидностей [1]. Позднее методом скрещивания была показана совместимость морфологически различающихся штаммов, что свидетельствует об их принадлежности к одному биологическому виду, обладающему широкой фенотипической пластичностью [2]. Наиболее распространены три цвета плодовых тел *P. djamor* – белый, розовый и серый, но интенсивность окраски и оттенки могут различаться. Цвет гибридных базидиом, полученных при скрещивании разных по цвету штаммов широко варьировал и был непредсказуем [3]. Цвет мицелия неогамплоидных штаммов, полученных путем дедикариотизации мицелия, также различался – неогамплоиды белого родительского дикариона были все белые, тогда как от розового дикариона получились розовые, белые и не совсем белые гамплоиды. У гибридных потомков цвет колоний также варьировал, причем было показано, что скрещивание неогамплоидов белого цвета всегда порождало потомство с белым мицелием, тогда как потомство розового и белого штаммов получалось только розовым, и, наконец, если в скрещивании участвовал не совсем белый неогамплоид, то потомство получалось таким же, независимо от цвета мицелия спарринг-партнера [4].

Целью настоящей работы явилось изучение морфологической пластичности тропических штаммов *P. djamor* и их гибридов на генеративной стадии развития в чистой культуре.

Материалом для исследования послужили два тропических штамма *P. djamor*, выделенные в культуру во Вьетнаме в 2014 г. Исходные природные образцы отличались по цвету плодовых тел. Плевротоидные базидиомы белого цвета были собраны в национальном парке Кэт Тиен, розовые – в национальном парке Бу Зя Мап. Оба образца были идентифицированы по морфологическим признакам как *P. djamor*. Полученные

дикариотические (DIK) штаммы LE-BIN 3279 (белый) и LEBIN 3298 (розовый) были верифицированы на основе их макро- и микроморфологических характеристик, а также по молекулярным признакам путем поиска и сравнения гомологичных ITS-участков в GeneBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/>). Культуральные особенности штаммов изучали в чашках Петри диаметром 90 мм на двух стандартных агаризованных средах: коммерческая MEA (Conda) и лабораторная PDA (г/л): картофель – 200, глюкоза – 10. Для изучения ростовых и морфологических особенностей мицелий инокулировали на край чашек Петри, цилиндрическими высеками d 5 мм, мицелием вниз и выращивали в течение 14 дней при температуре 25 ± 1 °C. Радиус колоний (мм) измеряли через день. Линейную скорость роста оценивали по количеству дней, необходимых для полного зарастания поверхности субстрата. При описании макроморфологических признаков регистрировали следующие показатели: структуру мицелия, форму и характер края, цвет, реверзум, запах колоний. Микроскопические признаки гифальной системы изучали на микроскопе Zeiss Axio Scope A1 в проходящем свете, учитывая характер, ветвление и размер генеративных гиф, положение пряжек, а также наличие специализированных структур (узлов, вздутий, анастомозов, ризоморф, гифальных тяжей и колец). Морфологическое описание проводили стандартными методами на 9 неделе роста колоний [5]. Для статистической обработки данных использовали OriginPro 9.0. Получение стадии плодообразования (телеоморфы) проводили методом твердофазного культивирования на стерильном субстрате из березовых опилок и пшеничных отрубей в соотношении 3:1 [6]. Из спор выращенных плодовых тел (ПТ) были получены моноспоровые изоляты (SSIs), которые проверяли на наличие пряжек путем микроскопирования. Колонии, у которых пряжки отсутствовали, считали монокарионами и использовали для получения тестерных штаммов. Определение факторов несовместимости и выявление типов спаривания проводили путем “self-cross” скрещивания 15 SSIs 3298 и 12 SSIs 3279 во всех возможных комбинациях. Фенотипическую пластичность *P. djatog* выявляли на основе цвета ПТ, полученных в культуре в результате скрещивания тестерных штаммов между собой во всех возможных комбинациях и определения цвета ПТ полученных гибридных штаммов. Все DIK и SSIs, использованные в исследовании, хранятся в Коллекции культур базидиомицетов Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН РАН) в пробирках с сусло-агаром и в микропробирках с дистиллированной водой при комнатной температуре (20–25°C), поскольку культуры этого вида плохо переносят хранение при 4 °C.

В результате было показано, что лабораторная среда PDA более благоприятна для культивирования штаммов *P. djatog*. Полное зарастание ч. Петри на ней наступало на 9 и 11 сутки у шт. 3279 и 3298 соответственно, тогда как на MEA зарастание произошло на 12 (шт. 3279) и 14 сутки (шт. 3298). Макро- и микроморфологические признаки колоний мало отличались у изученных штаммов *P. djatog*. У изученных штаммов на обеих средах

формировались колонии с выраженным воздушным шерстисто-волокнуистым мицелием белого цвета (на PDA более плотные). Лишь у шт. 3298 с возрастом вокруг инокулюма появлялась розоватая пигментация. Реверзум неизменный или слегка обесцвеченный, запах у молодых колоний слабый неопределенный, с возрастом становящийся неприятным. Генеративные гифы извилистые, ветвящиеся от 1 до 4(6) μm с частыми пряжками (обычными и мутовчатыми) и регулярными токсосоцистами (2–10 μm). Регулярно встречались анастомозы, вздутия и кристаллы. Для гифальной системы *P. djamor* характерна диметическая структура [1], однако скелетоидные гифы были обнаружены в мицелии лишь у шт. 3279 на MEA.

Результаты “self-cross” SSIs каждого штамма позволили выявить 4 типа спаривания и выделить следующие группы: *P. djamor* – 3279 (белый), A1B1 – 1, 3, 7, 10, 7a, 8a; A2B1 – 2a, 6, 12; A1B2 – 11, 9a; A2B2 – 5a. *P. djamor* – 3298 (розовый), A1B1 – 5, 1, 12, 14, 15, 18, 17; A2B1 – 13, 3, 10, 19, 2; A1B2 – 9, 4; A2B2 – 16. Таким образом, для обоих ДИК штаммов была подтверждена их тетраполярность, что согласуется с результатами исследований других авторов [3], и было отобрано по 4 тестерных штамма (выделено жирным шрифтом), представляющих все типы спаривания. По результатам скрещивания тестерных SSIs была подтверждена биологическая совместимость исходных ДИК штаммов.

Результаты дальнейшего скрещивания по выявлению фенотипической пластичности *P. djamor* представлены в таблице. В первой серии опыта были скрещены между собой тестерные штаммы отдельно внутри белого и розового родительских штаммов. Факт скрещивания оценивали при проверке зоны контакта на наличие пряжек. Было показано, что при скрещивании между собой тестерных штаммов *P. djamor* исходно белого цвета все потомки образовывали только белые плодовые тела, тогда как скрещивание тестерных штаммов гриба розового цвета давало потомство с ПТ как розового, так и белого цвета. При этом оба родительских ДИК штамма устойчиво сохраняли свой первоначальный цвет. Во второй серии опыта были скрещены тестерные штаммы двух родительских изолятов для получения гибридного потомства. Из 16 полученных гибридов у 3 плодовые тела получить не удалось, остальные успешно заплодоносили. Большинство гибридных штаммов образовывало плодовые тела белого цвета, но шляпки некоторые из них были не чисто белыми, а с серыми краями. И только один гибридный штамм образовал ПТ розового цвета, однако у молодых базидиом были также отмечены шляпки с серыми краями. При скрещивании 2-х других произвольно взятых (не тестерных) SSIs 3279-3 x 3298-3 гибридное потомство продуцировало розовые ПТ.

Таблица. Фенотипическая вариабельность базидиом при гибридизации штаммов *P. djamor*.

Варианты скрещивания		Цвет ПТ	Примечание
LE-BIN 3279	1 x 2a	Белый	С возрастом на ножках – местами участки телесного цвета
	1 x 11	Белый	Пряжки обильные, регулярные
	1 x 5a	Нет ПТ	Нет пряжек
	2a x 11	Белый	Плодоношение через 1,5 мес.
	2a x 5a	-	
	11 x 5a	Белый	Плодоношение через 1,5 мес.
	Контроль DIK	Белый	
LE-BIN 3298	5 x 13	Белый	
	5 x 9	Белый	
	5 x 16	Розовый	Через 1,5 мес – белый
	13 x 9	-	
	13 x 16	Розовый	
	9 x 16	Белый	
	Контроль DIK	Розовый	
3279 x 3298	3279-3 x 3298-3	Розовый	
	3279-1 x 3298-5	Белый	
	3279-1 x 3298-13	Белый	
	3279-1 x 3298-9	Белый	Шляпка с серым краем; молодые ПТ – сероватые, особенно по краям, некоторые явно серые.
	3279-1 x 3298-16	Розовый	Молодые ПТ – розовые шляпки с серым краем, с возрастом серый цвет края исчезает, а ПТ с возрастом сереют; через 1,5 мес (вторая волна) – розовый.
	3279-2a x 3298-5	Белый	
	3279-2a x 3298-13	Белый	
	3279-2a x 3298-9	Белый	
	3279-2a x 3298-16	-	
	3279-11 x 3298-5	Белый	
	3279-11 x 3298-13	Белый	
	3279-11 x 3298-9	Белый	
	3279-11 x 3298-16	-	
	3279-5a x 3298-5	Белый	
	3279-5a x 3298-13	Белый	
3279-5a x 3298-9	Белый	Шляпка с серым краем, при вырастании ПТ серый край исчезает	
3279-5a x 3298-16	-		

Таким образом, была подтверждена фенотипическая вариабельность тропических штаммов *P. djamor*, выражающаяся в образовании ПТ белого и розового цвета. Генетический анализ показал, что розовый цвет доминировал над белым, поскольку при скрещивании между собой SSIs розового родителя в потомстве появлялись ПТ белого цвета. Данные результаты не противоречат выводам других исследователей [4].

Изученные штаммы показали тетраполярную систему типов спаривания, что согласуется с общепринятыми для этого вида данными [3, 7].

Работа выполнена в рамках Государственного задания БИН РАН (регистрационный № 01201255617) и при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-04-06211. Авторы выражают благодарность Вьетнамскому тропическому центру за организацию полевых исследований в национальных парках Кэт-Тиен и Бу Зя Мап.

Summary

Two strains of tropical fungus *Pleurotus djamor* (Rumph.: Fr.) Boedijn from Vietnam were studied for phenetic variability. The basidiomata of the strain LE-BIN 3279 were characterized by white color, whereas the strain LE-BIN 3298 produced pink ones. Macro- and micromorphology of the strains were studied, the strains were fruited in culture and sets of single spore isolates (SSIs) for each strain were obtained. Self-cross revealed four mating types for both strains which confirmed tetrapolarity for this species. Mating study showed compatibility of the strains. SSIs hybridization of white and pink strains resulted in the following variations of fruiting bodies: white x white → only white; pink x pink → pink and white; white x pink → white, pink and grey edged. It was assumed that pink phenotype is dominant, whereas white one is recessive.

Литература

1. Corner E. G. H. The agaric genera *Lentinus*, *Panus*, and *Pleurotus* // *Beih. Nova Hedwigia*. – 1981. – V. 69. – P. 1–169.
2. Petersen R. H. Contribution s of mating studies to mushroom systematics // *Can. J. Bot.* – 1995. – V. 73. – P. 831–842.
3. Nicholl D. B. G., Petersen R. H. Phenetic plasticity in *Pleurotus djamor* // *Mycotaxon*. 2000. – V. LXXVI. – P. 17–37.
4. Guadarrama-Mendoza P. C., del Toro G. V., Ramírez-Carrillo R., et al. Morphology and mycelial growth rate of *Pleurotus* spp. strains from the Mexican mixtec region // *Brazilian Journal of Microbiology*. 2014), 45(3), 861–872.
5. Stalpers J. A. Identification of wood-inhabiting fungi in pure culture // *Studies in mycology*. – 1978. – Vol. 16. – P. 1–248.
6. Petersen R. H., Psurtseva N. V., Zmitrovich I. V., et al. *Lignomyces*, a new genus of pleurotoid Agaricomycetes // *Mycologia*. – 2015. – V. 107. – N 5. – 1045–1054.
7. James T. Y., Liou S.-R., and Vilgalys R. The genetic structure and diversity of the A and B mating-type genes from the tropical oyster mushroom, *Pleurotus djamor* // *Fungal Genetics and Biology*. – 2004. – V. 41. – P. 813–825.

MICROMYCOBIOTA OF RHODODENDRON SPP. IN TURKEY

Selçuk Faruk, Hüseyin Elşad

Ahi Evran University, Arts and Sciences Faculty, Department of Biology, 40169 Kırşehir, TURKEY, selcuk_faruk@yahoo.com

The genus *Rhododendron* L. includes the shrubs commonly called azaleas and rhododendrons, is the largest genus plant family Ericaceae, and the most diverse in the plant kingdom. It consists of nearly one thousand mostly evergreen, terrestrial or epiphytic species ranging from tiny plants to shrubs to giant trees. *Rhododendron* is native to the temperate areas of northern hemisphere and is most abundant in south-eastern Asia from the Himalayas, China and Tibet to Malaysia and the Philippines. Azaleas and rhododendrons are important horticultural crops, highly desirable for their aesthetic value. Many species and hybrids are in cultivation throughout the world in homes, botanical gardens, and parks (Farr et al. 1996).

Reports of fungi on *Rhododendron* are widely scattered in journals, books, herbarium specimens, and disease indices, many of which are difficult to obtain (Farr et al. 1996).

At present it is known that five species of *Rhododendron*: *Rhododendron caucasicum* Pallas, *R. luteum* Sweet, *R. ponticum* L., *R. smirnovii* Trautv. and *R. ungeri* Trautv., grow in natural conditions of Turkey.

The microfungi of *Rhododendron* have not been extensively investigated in Turkey. Reports about microfungi, including micromycetes on *Rhododendron* spp. have been made by Bremer et al. (1948, 1952) and Karaca (1960).

Rather fragmentary data on different species of micromycetes as *Cercospora handelii* Bubák and *Phyllosticta concentrica* Sacc. were determined by Göbelez (1964) on *Rhododendron*. The important works on this subject were done by the authors of this report (Hüseyinov, Selçuk 2000; Hüseyin, Selçuk 2000, 2001; Hüseyin et al. 2003; Selçuk, Hüseyin 2001; Selçuk et al. 2003 etc.).

The plant materials for this report were collected generally in the forests of Black Sea provinces during 1999 – 2005. The host specimens were identified following Davis (1978). After the identification of host specimens, the microfungi found on them were studied.

Specimens were taken to the laboratory and examined under a Leica DM-3000 compound microscope. Sections were hand cut using a razor blade. The fungi were identified using the relevant literature (Nag Raj 1993; Yaczewski 1917; Smitskaya et al. 1986; Sutton 1980; Mel'nik 1997; Deighton 1976; Vasil'evskij, Karakulin 1950; Tomilin 1979; Ellis & Ellis 1987; Saccardo 1882 – 1931). The author abbreviations of fungi are according to Index fungorum (accessed July 2016). Taxa, its families and author citations were listed according to Cannon & Kirk (2007), Kirk et al. (2008) and Index fungorum (accessed July 2016).

During field investigations in various natural ecosystems of Turkey, at the result of mycological researches fourteen micromycetes species have been determined on *Rhododendron* shrubs. Microfungi are mainly represented by Anamorphic fungi with thirteen species.

The identified eight species belong to phyllo-trophic group, and others (five species)

belong to xylothrophic microfungi. All species of these groups are members of Ascomycota division. Sordariomycetes classis of Ascomycota is very rich in terms of genera and species, constitutes 54% of thirteen determined species. Another classis Dothideomycetes is represented with five species (38%). Leotiomycetes represented only one species of Ascomycota constitute 8% of total amount. Sordariomycetes's subclassis that have the most species are Xylariomycetidae (5 species), and Hypocreomycetidae (2). Among Dothideomycetes classis, Dothideomycetidae (3), Pleosporomycetidae (1), and Incertae sedis (1) subclassis have got species. Leotiomycetidae subclassis that belong to Leotiomycetes classis represented by only one species. Orders that distinguish in terms of number of species in Ascomycota divisio are: Amphisphaeriales (4 species), Capnodiales (3), Incertae sedis (2), Botryosphaeriales (1), Helotiales (1), Hypocreales (1), and Pleosporales (1).

Table. Species composition and host of micromycetes on *Rhododendron* spp. in Turkey

Species	Host
<i>Amphisphaeria stilbostoma</i> Niessl	<i>Rhododendron ungeri</i> Trautv.
<i>Cercospora handelii</i> Bubák	<i>R. ponticum</i> L.
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc.	<i>R. ponticum</i> L.
<i>Cucurbitaria obducens</i> (Schumach.) Petr.	<i>R. luteum</i> Sweet
<i>Dennisiella babingtonii</i> (Berk.) Bat. & Cif.	<i>R. ungeri</i> Trautv.
<i>Dinemasporium cytosporoides</i> (Sacc.) B. Sutton	<i>R. ungeri</i> Trautv.
<i>Discosia artocreas</i> (Tode) Fr.	<i>R. ponticum</i> L.
<i>Mycosphaerella rhododendri</i> Feltgen	<i>R. luteum</i> Sweet
<i>Pestalotiopsis maculans</i> (Corda) Nag Raj	<i>R. ponticum</i> L.
<i>Phyllosticta saccardoi</i> Thüm.	<i>R. caucasicum</i> Pallas
<i>Seimatosporium arbuti</i> (Bonar) Shoemaker	<i>R. luteum</i> Sweet
<i>Topospora obturata</i> (Fr.) B. Erikss.	<i>R. ponticum</i> L.
<i>Winteria viridis</i> (Rehm) Sacc.	<i>R. luteum</i> Sweet

When mycobiota of study material is analyzed in terms of trophic structure: Five species identified that are saprolognoxylothroph. These are: *Amphisphaeria stilbostoma* Niessl, *Cucurbitaria obducens* (Schumach.) Petr., *Dinemasporium cytosporoides* (Sacc.) B. Sutton, *Topospora obturata* (Fr.) B. Erikss., and *Winteria viridis* (Rehm) Sacc.; three species identified that saprophyllotroph (*Cercospora handelii* Bubák, *Dennisiella babingtonii* (Berk.) Bat. & Cif., *Mycosphaerella rhododendri* Feltgen). They play a part in the process of cracking of wood and leaf destroyer, and lignins that crack difficulty: in addition this, they constitute organic substances that are the most important natural resources of mould in their life cycles. On the other hand, they probably are effective in natural leaf falling process of shrubs. Also other five species identified that are parasites and pathogens. These are: *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *Discosia artocreas* (Tode) Fr., *Pestalotiopsis maculans* (Corda) Nag Raj, *Phyllosticta saccardoi* Thüm., and *Seimatosporium arbuti* (Bonar) Shoemaker. The damage caused by these parasites and pathogens are not significant, but in some years they contributing to premature defoliation, drying of shrubs or development of various necrosis in the leaves of *Rhododendron*.

References

1. Bremer H., Ismen H., Karel G., Özkan H., Özkan M. 1948. Beiträge zur Kenntnis der parasitischen Pilze der Türkei. IV. Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul. Ser. B. 13 (4): 307-334
2. Bremer, H., Karel, G., Bıyıkoğlu, K., Göksel, N., Petrak, F. 1952. Beiträge zur Kenntnis der Parasitischen Pilze der Türkei. VI, Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul, B, 17, No. 3, 259 - 275.
3. Cannon, P.F., Kirk, P.M. 2007. Fungal families of the World. CABI UK Centre, Egham. 456pp.
4. Davis, P.H. 1978. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Rhododendron L. (ed. P.F. Stevens), Edinburgh, 6: 90 – 94.
5. Deighton F.C. 1976. Studies on Cercospora and allied genera. VI. Pseudosercospora Speg., Pantospora Cif. and Cercoseptoria Petr. Mycol. Papers, 140: 1-168.
6. Ellis M.B. & Ellis J.P. 1987. Microfungi on Land Plants. An identification Handbook. CROOM HELM. London-Sydney. 818 pp.
7. Farr D.F., Esteban H.B., and Palm M.E. 1996. Fungi on Rhododendron: a world reference. Parkway publishers, Inc., Boone, North Carolina. 193 pp.
8. Göbelez, M. 1964. La Mycoflore de Turquie. II, Mycopathologia et Mycologia Applicata., 23 (1), 47 - 67.
9. Hüseyin, E., Selçuk, F. 2000. Rize Yöresi Orman Cinslerinin Piknidyumlu Filloτροφları. XV. Ulusal Biyoloji Kongresi. "Uluslararası Katılımlı." Bildiri Kitabı. Ankara Univ. Fen Fak. Biyoloji Bölümü. 5-9 Eylül 2000. Ankara. C.1., 44-48.
10. Hüseyin, E., Selçuk, F. 2001. New records of microfungi genera for Turkey. The Proceedings of the 2nd Balkan Botanical Congress. Plants of the Balkan Peninsula: into the next Millennium. Edited by Neriman Özhatay. Istanbul University. Istanbul, Turkey. Volume I. P. 245-248.
11. Hüseyin, E., Selçuk, F., Gaffaroğlu, M. 2003. Some materials on mitosporic fungi from Turkey. I. Hyphomycetes [Kai kurie duomenys apie Turkijos mitosporinius grybus. I. Hyphomycetes]. Botanica Lithuanica, 9(2), 151-160.
12. Hüseyinov, E., Selçuk, F. 2000. The Phyllostroph Micromycetes on forest plants on the Black Sea coast of Turkey (Rize Province). Mycology and Cryptogamic Botany in Russia: Traditions and Modern State. Proceedings of the International Conference devoted to 100th Anniversary of Investigations on Mycology and Cryptogamic Botany in V.L. Komarov Botanical Institute RAS. Saint-Petersburg, April 24-28. P. 296-298.
13. Karaca, I. 1960. Beiträge zur Kenntnis der Virosen, Bakteriosen und der Parasitischen Pilze der Türkei, Atatürk Üniversitesi Yıllığı, 1-11.
14. Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W., Stalpers, J.A. [eds.]. 2008. Dictionary of the Fungi. 10th edn. CAB International, Wallingford. 655 pp.
15. Mel'nik V.A. 1997. Difinitorium Fungorum Rossiae. Classis Coelomycetes. Fasc.1. Genera

- rare et minus cognita. —Nauka. Petropoli. 281 pp.
16. Nag Raj T.R. 1993. Coelomycetes anamorphs with appendage-bearing conidia. Mycologue Publications. Waterloo, Ontario, Canada. 1101 pp.
 17. Saccardo P.A. 1882-1931, 1972. Sylloge Fungorum Omnium Hucusque Cognitorum. Tom. I-XXV, XXVI. Pavia. Jonson reprint corporation. New York, London.
 18. Selçuk, F., Hüseyin, E. 2001. New records of microfungi species for Turkey. The Proceedings of the 2nd Balkan Botanical Congress. Plants of the Balkan Peninsula: into the next Millenium. Edited by Neriman Özhatay. Istanbul University. Istanbul, Turkey. Volume I. P. 337-342.
 19. Selçuk, F., Hüseyin, E., Bitmis, K. 2003. Some materials on mitosporic fungi from Turkey. II. Coelomycetes. [Kai kurie duomenys apie Turkijos mitosporinius grybus. I. Coelomycetes]. Botanica Lithuanica, 9(2), 161-170.
 20. Smitskaya M.F., Smyk L.V., Merezko T.A. 1986. Opređitel' pirenomitsetov USSR. — Naukova Dumka. Kiev. 364 ss.
 21. Sutton B.C. 1980. The Coelomycetes. Fungi imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. CABI Publishing. 696 pp.
 22. Tomilin B.A. 1979. Opređitel' gribov roda Mycosphaerella Johans. — Nauka. Leningrad. 320 ss.
 23. Vasil'evskij N.I., Karakulin B.P. 1950. Parazitnye Nesovershennye griby. Chast 2. Melankonial'nye. Izd. Akademii Nauk SSSR. Moskva – Leningrad. 680 ss.
 24. Yaczewski A.A. 1917. Opređitel' gribov. Tom II. Nesovershennye griby. Petrograd. 803 ss.

УДК 632.4:630*228.3/272

МИКРОМИЦЕТЫ НА ЖИВЫХ ЛИСТЬЯХ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ В ПРИГОРОДНЫХ ПАРКАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Сидельникова М. В.¹, Власов Д. Ю.², Зеленская М. С.², Тобиас А. В.²

1. Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия, кара0505@mail.ru
2. Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, dmitry.vlasov@mail.ru

Микромицеты, поселяющиеся на листьях деревьев и кустарников, являются причиной снижения декоративных свойств растений, их угнетения и преждевременного усыхания.

Целью наших исследований было изучение видового состава микромицетов на листьях древесных и кустарниковых растений в некоторых пригородных парках Санкт-Петербурга (Павловский парк, Екатерининский парк, Нижний сад и Верхний парк Орани-

енбаума, Верхний сад и Нижний парк Государственного музея-заповедника «Петергоф»).

Обследование парков осуществлялось в 2012–2015 гг. маршрутным методом вдоль аллей и дорожек. Материалом служили живые листья с налетами, пустулами, пятнами. Материал предварительно гербаризировался, после чего определение осуществлялось методами световой микроскопии с помощью стандартных определителей [1_7]. Для выявления грибов филлопланы пробы были взяты двумя способами:

- отбор листьев с черным поверхностным налетом;
- получение отпечатка с поверхности листа в зоне развития черного поверхностного налета на питательную среду Чапека.

Выделение грибов из отобранных листьев проводили на среду Чапека путем прямого посева (соскоб с поверхности листа на поверхность питательной среды). Кроме того, поверхность листьев была исследована с использованием сканирующей электронной микроскопии (исследования проводились в СПбГУ на базе ресурсного центра «Развитие клеточных и молекулярных технологий»).

Всего на листьях нами выявлено 44 вида микромицетов, включая возбудителей мучнистой росы, ржавчины, пятнистостей и грибов филлопланы. Основную массу выявленных микромицетов составляют мучнисторосые грибы. Из представителей пор. Erysiphales можно отметить повсеместную встречаемость таких видов, как *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. на дубе, *E. palczewskii* (Jacz.) U. Braun & S. Takam. (рис.1) на карагане, *E. syringae* на сирени, *Phyllactinia guttata* (Wallr.) Lev. на барбарисе и березе, *Sawadaea tulasnei* на клене. Реже встречаются *Podosphaera clandestina* (Wallr.) Lév. на боярышнике, *Erysiphe vanbruntiana* (W.R. Gerard) U. Braun & S. Takam на бузине, *Erysiphe viburni* Duby на калине, *Erysiphe penicillata* (Wallr.) Link на ольхе.

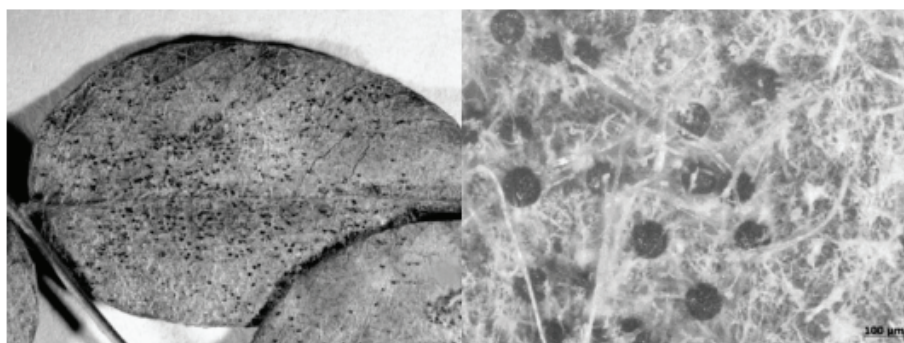


Рисунок 1. Мучнистая роса на листьях караганы (возбудитель – *Erysiphe palczewskii*)

Из возбудителей пятнистостей особое место занимает черная пятнистость клена (возбудитель – *Melasmia aserina* Lev.), которая поражает, в основном, поросль. Развитие болезни носит характер эпифитотии. Часто обнаруживаются возбудители кремовой пятнистости листьев липы – *Gloeosporium tiliae* Oudem., темно-бурой пятнистости листьев липы – *Passalora microsora* (Sacc.) U. Braun, марсонииза тополя – *Marssonina populi* (Lib.)

Magnus. Реже встречаются *Fusicladium radiosum* (Lib.) Lind (рис. 2) на тополе, *Blumeriella jaarii* (Rehm) Arx на черемухе, *Marssonina apicalis* (Ellis & Everh.) Magnus на иве, *Phyllosticta salicicola* Thuem. на иве, *Ph. sphaeropsoidea* Ellis & Everh. на конском каштане, *Ascochyta syringae* Bres. на сирени.

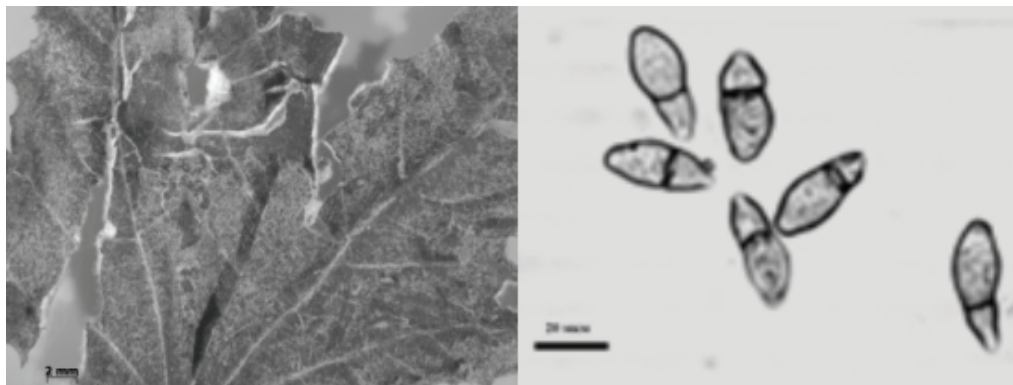


Рисунок 2. Парша тополя (возбудитель – *Fusicladium radiosum*)

Из возбудителей ржавчины отмечаются *Puccinia graminis* Pers. на барбарисе и *P. coronata* Corda на крушине, *Pucciniastrum areolatum* (Fr.) G.H. Otth на черемухе и шишках ели, *Phragmidium fusiforme* J. Schröt. (рис. 3) на шиповнике, *Melampsoridium betulinum* (Pers.) Kleb. на березе, *Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst. на осине.

Отмечены случаи смешанной инфекции листьев. Так, например, в Павловском парке наблюдалось одновременное развитие *Melasmia acerina* и *Sawadaea tulasnei* на листьях клена, *Melampsoridium betulinum* и *Phyllactinia guttata* на листьях березы. Интересно отметить, что на мицелии мучнисторосяных грибов часто обнаруживались плодовые тела и конидии гиперпаразита *Ampelomyces quisqualis* Ces. (на листьях дуба, клена, бузины, калины). Некоторые возбудители мучнистой росы, пятнистостей и ржавчины зафиксированы не только на листьях, но и на плодах древесно-кустарниковых растений.

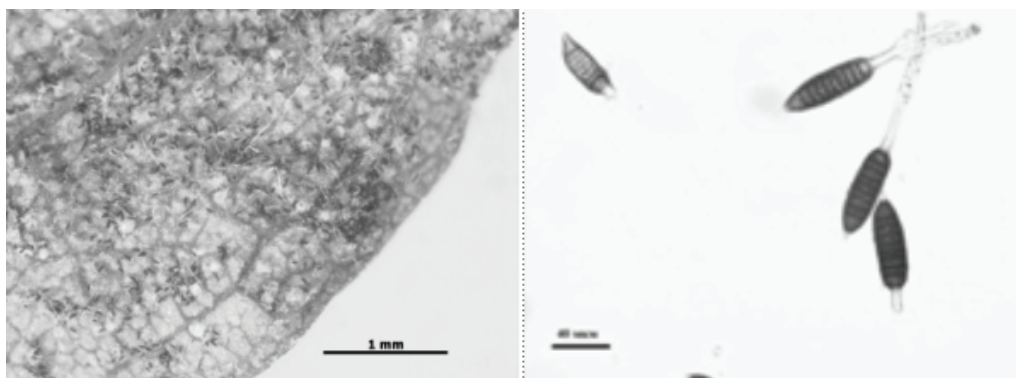


Рисунок 3. Ржавчина на листьях шиповника (возбудитель – *Phragmidium fusiforme*)

Специальное внимание в нашей работе было уделено составу микромицетов филлопланы, которые были выделены на питательную среду Чапека при посеве соскобов с поверхности листьев. Активный рост колоний грибов (преимущественно темноокрашенных) наблюдался и при отборе проб методом отпечатка с поверхности (рис. 4).

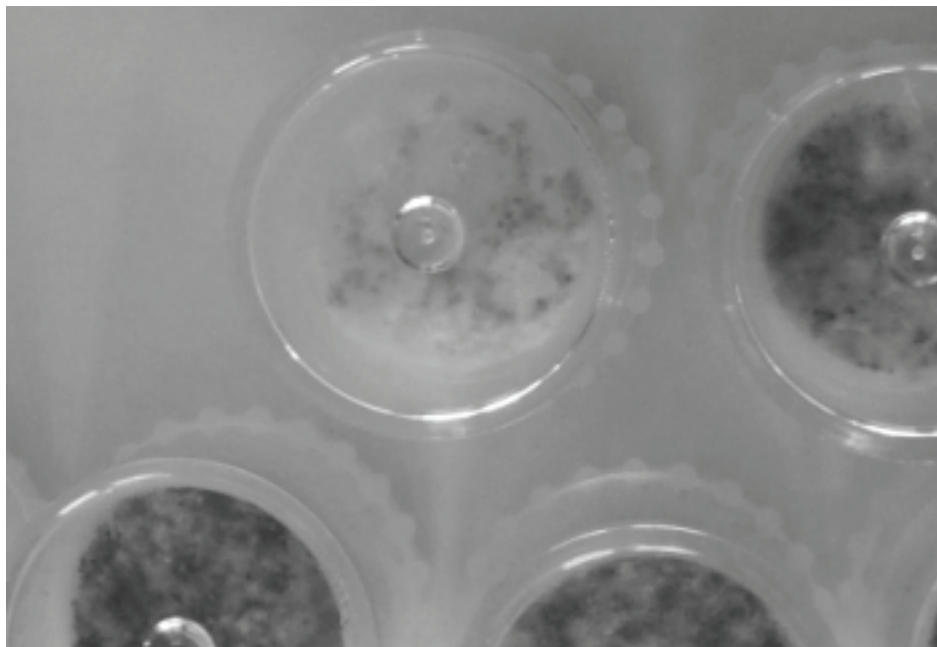


Рисунок 4. Выделение грибов филлопланы на среду Чапека методом отпечатка с поверхности листа

Микромицеты были изолированы с листьев липы, дуба, сирени, караганы, а также иголок сосны с признаками «черни». Всего выделено и идентифицировано 17 видов микромицетов (анаморфные аскомицеты), а также обнаружены стерильные формы мицелия. Отмечено явное преобладание в пробах темноокрашенных грибов. Чаще всего были изолированы *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud, *Cladosporium cladosporioides* G.A. de Vries, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. Наиболее интенсивное развитие микромицетов филлопланы наблюдалось на листьях липы, тогда как наибольшее разнообразие грибов отмечено на хвое сосны. Интересно отметить, что развитие черни часто было сопряжено с присутствием тлей (наиболее заметно на листьях липы). В большинстве случаев развитие грибов филлопланы приводит к образованию густой сети мицелия, покрывающей поверхность листа (рис. 5а), о чем свидетельствуют результаты исследований, выполненных с применением сканирующей электронной микроскопии. Однако распределение микромицетов на листовой пластинке может быть и неравномерным. Часто на поверхности листьев образуются своеобразные «кластеры» (рис. 5б), в которых объединены вегетативные и генеративные структуры грибов разных видов.



а

б

Рисунок 5. Развитие микромицетов на поверхности листьев липы
(а – в Екатерининском парке; б – в Павловском парке)

Развитие грибов филлопланы, вероятно, способствует закреплению на поверхности листьев пылевых частиц разного размера, что было отмечено в большинстве изученных проб. Следует отметить, что интенсивность проявления «черни» заметно варьировала по годам, что, вероятно, объясняется влиянием погодных условий. Так, в 2013 году наблюдалось повсеместное массовое развитие грибов филлопланы на основных древесных породах в пригородных парках Санкт-Петербурга. В то же время в 2015 году проявление «черни» было незначительным.

Проведенные исследования свидетельствуют о значительном разнообразии грибов на живых листьях деревьев и кустарников в пригородных парках Санкт-Петербурга. Состав и структура филлофильных сообществ могут оказывать существенное влияние на жизнь растений. Исследования в этом направлении можно рассматривать как важный элемент контроля состояния растений, выявления очагов заболеваний и разработки рекомендаций, направленных на защиту древесных и кустарниковых растений от грибных болезней.

Авторы выражают искреннюю благодарность Вадиму Александровичу Мельнику за ценные консультации по идентификации грибов.

Summary

The species composition of micromycetes on the leaves of trees and shrubs was studied in some suburban parks of St. Petersburg. Total 44 micromycetes species we found on the leaves including pathogens (powdery mildew, rust, leaf spots) and phylloplane fungi. Powdery mildews fungi were dominated among parasitic micromycetes. Cases of mixed leaf infection were described. Dark-colored anamorphic fungi were the dominated group on the surface of the leaves. The intensity of their development varied from year to year.

Литература

1. Азбукина З. М. Порядок Ржавчинные. 1. Семейства Пукциниастровые, Кронарциевые, Колеоспориевые, Мелампсоровые, Факопсоровые, Чакониевые, Микронегериевые. – Владивосток: Дальнаука. – 2015. – 281 с.
2. Василевский Н. И., Каракулин Б. П. Паразитные несовершенные грибы. Часть II. Меланкониальные. – М. – Л.: АН СССР. – 1950. – 680 с.
3. Гелюта В. П. и др. Паразитные грибы степной зоны Украины. – Киев: Наукова Думка. – 1987. – 280 с.
4. Черепанова Н. П. Определитель мучнисто-росяных грибов (пор. Erysiphales) Северо-Запада России. – СПб: Инновационный центр защиты растений. – 2004. – 83 с.
5. Braun U. Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). – CBS-KNAW. Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, The Netherlands. – 2012. – 707 p.
6. Ellis M. B., Ellis P. J. Microfungi on land plants. – The Richmond Publishing Co. Ltd., England. – 1997. – 869 p.
7. Termorshuizen A. J., Swertz C. A. Roesten van Nederland. Dutch Rust Fungi. – Aard Termorshuizen, Netherlands. – 2011. – 420 p.

УДК 582.287: 581.5: 631.466.1

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КУЛЬТИВИРУЕМОЙ МИКРОБИОТЫ В ГИФОСФЕРЕ АГАРИКОМИЦЕТОВ — ПОДСТИЛОЧНЫХ САПРОТРОФОВ С КОЛЬЦЕВЫМИ КОЛОНИЯМИ

Сидорова И. И.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия,
irsidor2008@yandex.ru

Почвообитающие агарикомицеты — доминанты микобиоты почв лесных экосистем [8]. Их активно функционирующий мицелий формирует специфические местообитания — гифосферу, в которой происходят резкие изменения физических и физико-химических свойств почвы и осуществляются взаимодействия как с минеральными и органическими компонентами почвы, так и с почвенной биотой. В результате здесь происходит существенная перестройка структуры сообществ микробиоты [4, 5, 7]. В распределении различных групп мико- и микробиоты почв наблюдается резко выраженная мозаичность, определяющаяся в значительной мере распределением в почве мицелия агарикомицетов. Интенсивность влияния агарикомицетов определяется их видовой специфичностью, а также объемом и распределением их биомассы [1, 3].

Однако во всех исследованиях микробиоты гифосферы выбор колоний и отбор образцов проводятся в период плодоношения изучаемых видов. Практически не учитыва-

ется временной фактор — сезонные флуктуации биомассы мицелия агарикомицетов и связанные с ними изменения сообществ микромицетов и бактерий. Это связано с трудностями нахождения и идентификации даже картированных колоний агарикомицетов в период отсутствия их базидиом. Цель данной работы — подбор моделей и исследование сезонной динамики биомассы мицелия агарикомицетов и связанных с ней изменений численности культивируемых бактерий и микромицетов в гифосфере.

Удобной моделью для таких исследований могут служить многолетние кольцевые колонии («ведьмины кольца»), образуемые многими видами агарикомицетов и занимающие большие площади в лесных экосистемах. Такие кольца состоят из фронтальной кольцевой зоны радиально растущего мицелия, иногда образующего плотные маты, в которой формируются базидиомы, и расположенной к центру от нее зоны деградирующего мицелия. Развитие мицелия в таких колониях характеризуется строгой полярностью [6]. Для исследования сезонной динамики биомассы агарикомицетов и численности КОЕ микромицетов и бактерий в их гифосфере были выбраны подстилочные сапротрофы *Lepista nuda* (Bull.) Cooke и *Clitocybe nebularis* (Batsch) P.Kumm. — доминанты в осеннем и позднеосеннем аспектах. Они образуют хорошо выраженные многолетние кольцевые колонии, обычно ежегодно обильно плодоносящие. Фрагментация колец и образование коротких дуг наблюдаются у старых колоний или при встрече растущим фронтом непреодолимых препятствий. Для обоих видов характерен наиболее распространенный тип влияния на микробиоту почвы — увеличение численности бактерий и сокращение численности микромицетов [4]. Наконец, на мицелии этих видов присутствуют многочисленные пряжки, что значительно облегчает его идентификацию в почвенных образцах при определении биомассы прямым микроскопированием.

Работа выполнена на кафедре микологии и альгологии биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова. Полевые исследования и сбор материала проведены на территории лесного массива заказника Звенигородской биостанции имени С. Н. Скадовского МГУ (Московская обл., Одинцовский район). Образцы почв отбирали в фронтальной зоне избранных картированных кольцевых колоний *L.nuda* и *C.nebularis* и вне колоний (контроль) периодически с апреля по октябрь модифицированным методом точечных проб. Биомассу собственного мицелия агарикомицетов определяли в свежесобранных образцах по методу С. Н. Виноградского в модификации О. Г. Шульгиной, численность КОЕ грибов и бактерий — методом посева почвенных суспензий из серийных разведений на агаризованные питательные среды: глюкозо-пептонно-дрожжевую среду с нистатином для бактерий и среду Чапека с 0.3 % сахарозы и агаризованное сусло для микромицетов. Статистическую обработку полученных данных проводили в программе Excel.

Анализ сезонной динамики развития мицелия изученных видов агарикомицетов (рис. 1А и 2А) показал значительные флуктуации его биомассы с наличием пика с середины августа по октябрь. В колониях *L.nuda* обнаружен также небольшой весенний пик.

Очевидно, что в разные периоды вегетационного сезона воздействие агарикомицетов на микробиоту почвы различно. Статистически достоверное влияние на численность групп почвенной микробиоты наблюдалось только осенью, в период активного роста мицелия, максимального накопления его биомассы и развития базидиом этих видов (рис. 1Б, В; рис. 2Б, В). Численность КОЕ культивируемых бактерий положительно коррелировала с биомассой мицелия агарикомицетов (коэффициент корреляции 0,76 в колонии *L.nuda* и 0,94 – *S.nebularis*). Между численностью КОЕ микромицетов и биомассой мицелия установлена обратная зависимость (коэффициент корреляции соответственно -0,88 и -0,94).

Таким образом, агарикомицеты оказывают большое влияние не только на структурно-функциональную и пространственную, но и на временную организацию микробиоты почв в лесных экосистемах. Сезонную динамику регуляторного эффекта в гифосфере агарикомицетов необходимо учитывать при анализе пространственного распределения и стратификации по профилю почвы различных групп почвенной мико- и микробиоты, так как она в значительной мере определяет мозаичность такого распределения.

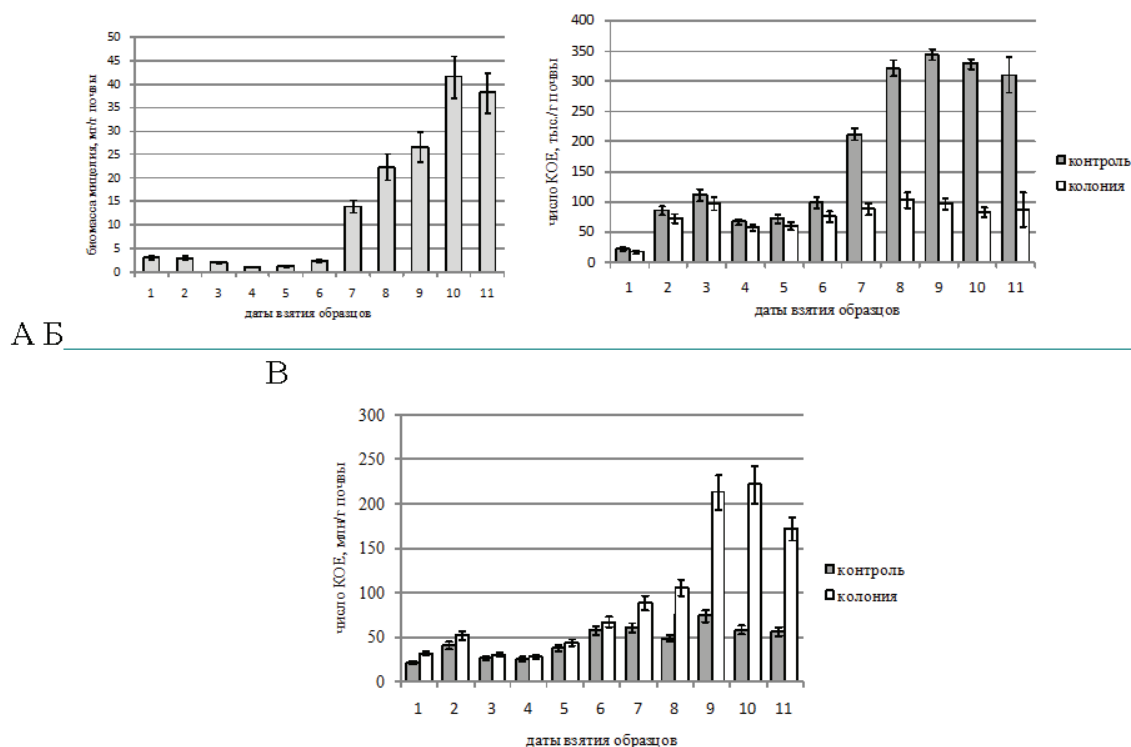
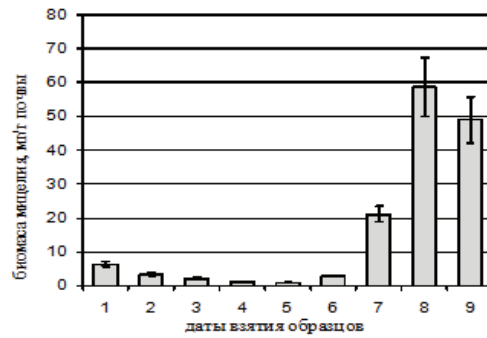


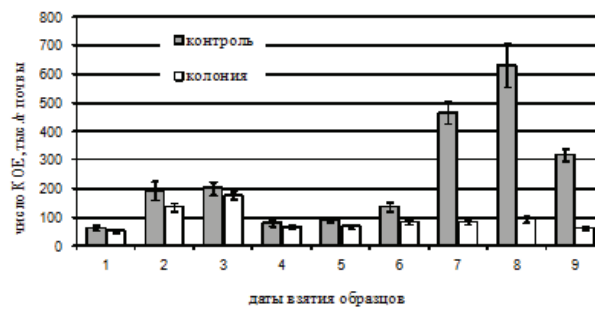
Рисунок 1. Сезонная динамика биомассы (А) и численности КОЕ микромицетов (Б) и бактерий (В) в колонии *Clitocybe nebularis*.

Даты взятия образцов (1–11): 25,4; 10,5; 1,6; 16,6; 8,7; 30,7; 15,8; 28,8; 10,9; 20,9; 5,10.

А



Б



В

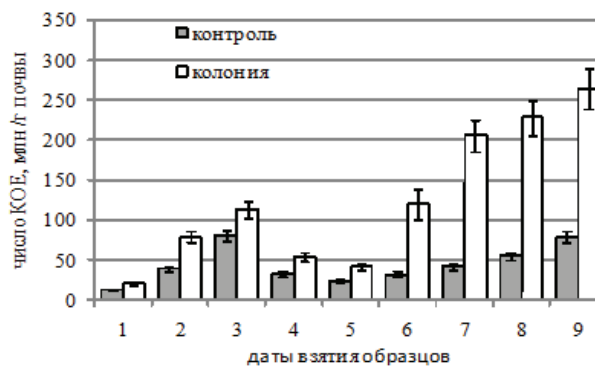


Рисунок 2. Сезонная динамика биомассы (А) и численности КОЕ микромицетов (Б) и бактерий (В) в колонии *Lepista nuda*.
Даты взятия образцов (1–9): 27,4; 11,5; 20,6; 6,7; 18,7; 5,8; 17,8; 19,9; 5,10.

Summary

Seasonal numerical dynamics of culturable bacteria and micromycetes in litter saprotrophs *Lepista nuda* and *Clitocybe nebularis* hyphosphere depends on mycelial development intensity (biomass) of these fungi. Correlation coefficient values for bacteria were 0.76 and 0.94 and for micromycetes - 0.88 and -0.94 for *L. nuda* and *C. nebularis* biomass respectively. Statistically significant influence on different groups of soil microbiota numbers was shown only for autumn, a period of intense mycelial growth and basidiomata formation in studied species of macrofungi.

Литература

1. Великанов Л. Л., Сидорова И. И. Агарикоидные базидиомицеты и пространственное распределение мико- и микробиоты в почвах лесных экосистем. // Грибы в природных и антропогенных экосистемах. – 2005 – СПб. – Т. 1. – С. 104–108.
2. Великанов Л. Л., Сидорова И. И. Пространственная организация мико- и микробиоты почв в кольцевых колониях агарикоидных базидиомицетов (на модели подстилочного сапротрофа *Lepista nuda*)// Микол.и фитопатол. – 2003. – Т. 37. – Вып. 4. – С.18–27.
3. Великанов Л. Л., Сидорова И. И., Александрова А. В., Воронина Е. Ю. Пространственное распределение мико- и микробиоты почв в колониях доминантных видов базидиомицетов в ельниках разного типа. // Микол. и фитопатол. – 2005. – Т. 39. – Вып. 2. – С. 19–26.
4. Сидорова И. И., Великанов Л. Л. Регуляция высшими базидиомицетами структуры мико- и микробиоты почв и подстилки лесных экосистем. I. Влияние базидиомицетов на численность микромицетов и бактерий // Микол. и фитопатол. – 1997. – Т. 31. – Вып. 4. – С. 20–26.
5. De Boer W., Folman L. B., Summerbell R. C., Boddy L. Living in a fungal world: impact of fungi on soil bacterial niche development // FEMS Microbiology Reviews. – 2005. – Vol. 29. – P. 795–811.
6. Dowson C. G., Rayner A. D. M., Boddy L. Spatial dynamics and interactions of the woodland fairy fungus, *Clitocybe nebularis* // New Phytol. – 1989. – Vol. 111. – № 4. – P.699–705.
7. Timonen S, Marschner P. Mycorrhizosphere concept.// In: Microbial activity in the rhizosphere. – 2006. – Springer Verlag, Berlin Heidelberg. – P. 155–172.
8. Velikanov L. L. Agaricales s.l. as edificators and stabilizer of soil-inhabiting microorganisms in forest communities //10th Congr. of Eur. Mycol. Abstr. Tallinn.- 1989. – P. 132.

УДК 582.28+577.21

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОМОВ ГРИБОВ. ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ.

Синявская М. Г.¹, Давыденко О. Г.¹, Беломесяцева Д. Б.², Шабашова Т. Г.²,
Лысюк В. О.²

¹Институт генетики и цитологии НАНБ, Минск, Беларусь, cytoplasmic@mail.ru

²Инстиут экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАНБ, tiniti@inbox.ru

Поиск универсальных, а также специфических ДНК-маркеров является одной из актуальных задач современной молекулярной биологии. В микологии данный подход позволяет оптимизировать процесс(ы) выявления и идентификации грибов, привести новые критерии (анализ по специфическим последовательностям ДНК) в филогенетические исследования.

В данной работе мы делаем попытку проанализировать последние достижения молекулярной генетики грибов, в т. ч. выделение специфических маркерных районов ДНК, пригодных для идентификации конкретных групп представителей Fungi.

До настоящего времени морфологические характеристики, согласно The Botanical Code of Nomenclature, являются наиболее значимыми для достоверного описания вида [1, 2], хотя идентификация образцов только по морфологическим критериям в ряде случаев затруднена [3]. Часто встречаются непонятные (неясные) виды, и без использования методов молекулярной филогении выявить огромное, но не очевидное для исследователя (по морфологическим характеристикам) разнообразие, как, например, в группе Glomeromycota [4], Sebaciniales [5] или Peronosporomycetes [6], было бы невозможно [2]. Тем не менее, уже предприняты серьезные попытки создать современную классификацию грибов на основе молекулярных данных [1].

Широкое применение молекулярных маркеров в современной микологии становится возможным благодаря интенсивным исследованиям нуклеотидных последовательностей ДНК отдельных генов, геномов различных представителей Fungi. По данным <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi>, в генбанке US National Institute of Health (который открыт для свободного пользования) в настоящее время представлены полные нуклеотидные последовательности ДНК (геномы) ядра и митохондрий достаточно большого количества грибов и грибоподобных организмов – 971 геномов, из них аскомицетов – 671, базидиомицетов – 216. Идет активное изучение связи характерных черт организации, жизнедеятельности различных таксономических групп грибов с особенностями первичной нуклеотидной последовательности [7–9].

Наиболее часто для решения задач идентификации, молекулярной филогении грибов исследуют следующие маркерные ДНК-последовательности:

1. Последовательность ядерного рРНК цистрона (цистрона рибосомальной РНК) (рисунок 1).

Она состоит из 18S (или иначе SSU (small subunit rRNA gene)), 5.8S, 28S рРНК (или иначе LSU (large subunit rRNA gene)) генов, транскрибируемых как единое целое РНК полимеразой I. Посттранскрипционные процессы приводят к разделению цистрона, удалению двух внутренних транскрибируемых спейсеров. Эти два спейсера, включая и 5.8S ген, составляют ITS район, или область внутреннего транскрибируемого спейсера (the Internal Transcribed Spacer region (ITS)).



Рисунок 1. Строение области рРНК гена (предполагаемого «баркод» района грибов).

SSU – ген рРНК малой субъединицы, LSU – ген рРНК большой субъединицы,

ITS – внутренний транскрибируемый спейсер. Область ITS1, 5.8S, ITS2 легко амплифицируется универсальными праймерами к консервативным районам SSU и LSU, и именно она является «баркод» районом (подчеркнута линией) (по Vegerow et al., 2010).

1.1. ITS район (его части ITS1, ITS2) – наиболее часто изучаемая последовательность ДНК для решения задач микологии на уровне вида [2]. ITS район был предложен в качестве универсального «баркода» для грибов (т. е. основного маркера вида). Высокая эффективность полимеразной цепной реакции (ПЦР), наличие универсальных праймеров, огромная детектируемая разница между внутривидовой и межвидовой изменчивостью для ряда родов грибов подтверждает правильность данного утверждения [10, 11]. В целом по всем грибам исследование ITS района позволяет в 72 % случаев успешно идентифицировать образцы. Среди представителей дикариотических видов ITS показывает наибольшую разрешающую способность для дифференциации базидиомицетов [12]. Однако для аскомицетов и их анаморфных стадий, таких как *Cladosporium*, *Penicillium*, *Fusarium*, эта последовательность оказалась недостаточно полиморфна для однозначного определения видов (<http://www.imafungus.org/>). По обоснованному мнению Kiss L. [11] анализ ITS не всегда приводит к различению многих близкородственных видов (sibling/species), т. к. межвидовой полиморфизм может быть ошибочно классифицирован как внутривидовой.

Множество последовательностей ITS-района как результат его секвенирования в различных лабораториях и проектах собраны в таких базах данных, как AFTOL (Assembling the Fungal Tree of Life), UNITE, PubMed. Разработано специальное программное обеспечение для упрощения использования ITS для метагеномных исследований у грибов [13].

1.2. Последовательность гена большой субъединицы 28S рибосомальной РНК (LSU (large subunit rRNA gene)). Сравнительное изучение первичной нуклеотидной последовательности гена большой субъединицы рибосомальной РНК (LSU – large subunit rRNA gene) широко используется для филогенетических исследований [14]. Данный ген несет переменную последовательность на 5' конце и высококонсервативную область на 3' конце. LSU-анализ у грибов применяют для различных таксономических исследований, классификации от уровня вида до семейства. Данные локусы легко амплифицируются с т. н. «универсальными» праймерами (relatively universal primers) в различных группах грибов, имеются большие референсные базы данных по первичным нуклеотидным последовательностям. Для некоторых таксономических групп у него наилучшая из всех маркеров разрешающая способность. Однако в целом изучение LSU области менее информативно на уровне вида (по сравнению с ITS-районом). В частности, анализ по LSU сильно затруднен у шляпочных грибов [13].

Аналогично ITS-области для LSU-гена имеется огромное количество секвенсов в AFTOL, UNITE, GenBank базах данных [13].

Таким образом, молекулярно-генетическое изучение первичной нуклеотидной последовательности ДНК LSU, ITS районов является неотъемлемой частью современной классификации грибов и способствует выявлению новых видов, уточнению филогении [12, 14, 15].

1.3. Последовательность гена малой субъединицы (18S) рибосомальной РНК SSU (small subunit rRNA gene) также хорошо изучена у грибов. Ее гомолог у бактерий – ген 16S рибосомальной РНК – часто используется для идентификации видов. Однако у грибов этот район менее вариабельный и является малоинформативным (в целом, хуже других маркерных последовательностей) для филогении и для идентификации вида, хотя в базах данных собрано большое количество сиквенсов [12].

2. Последовательности митохондриальных генов.

В качестве специфической последовательности митохондриальной ДНК (мтДНК) было предложено использовать последовательность гена *cox1*. Однако исследования показали, что данную последовательность возможно использовать как маркерную у относительно небольшого количества видов грибов, т. к. часто область гена включает большие интроны, что затрудняет ПЦР и последующее изучение данного района. У части грибов *cox1*-ген характеризуется низкой изменчивостью, что также не позволяет использовать данную последовательность как «баркод» [2, 16]. У шляпочных грибов, что было показано на примере *Pleurotus* spp., исследование *cox1*-гена неэффективно [16].

Seifert et al. (2007) при сиквенировании части гена *cox1* у 360 штаммов одной из групп плесеней рода *Penicillium* обнаружили, что *cox1* является видоспецифическим маркером у 66 % видов, ITS – 25 %, но лучшую разрешающую способность показывал анализ по белок кодирующему гену – *BENA* (80 %). Хорошим «баркодом» *cox1* является у оомицетов – род *Rhizium*, *Phytophthora* [16]. Сравнение эффективности дифференциации почвенных грибов до вида (47 изолятов) по *cox1*, ITS, SSU-последовательностям показало, что изучение *cox1*-области не уступало в информативности ITS-району, а для рода *Cladosporium* было более эффективным [17]. В результате данного исследования сделан вывод о том, что *cox1*-ген мтДНК является хорошим маркером для изучения видового состава грибных сообществ природных экосистем. Там же, где *cox1* не позволяет различить видовую принадлежность, необходимо привлечение дополнительных маркеров для решения данного вопроса.

Pino-Bodas et al. (2013) при изучении грибного компонента лишайников рода *Cladonia* подтвердили ранее обнаруженный факт, что данных об изменчивости ITS области недостаточно для дифференциации образцов [18, 19, 20]. Привлечение в анализ дополнительных маркерных последовательностей – *cox1*, *grb2*-генов значительно повысило информативность проводимого молекулярно-генетического исследования, позволив идентифицировать виды и установить филогенетические связи. Межвидовая изменчивость *cox1*-гена *Cladonia* была в 50 раз выше внутривидовой, что позволяет предложить его использовать как второй «баркод» (после ITS) для данного рода.

В результате биоинформационного изучения баз данных по первичным нуклеотидным последовательностям генов у аскомицетов Santamaria et al. (2009) установили, что для идентификации представителей данной группы грибов лучше использовать последо-

вательность другого гена мтДНК – *nad6*. Он был предложен как возможный «баркод» для дифференциации видов аскомицетов, в частности, для различения видов *Fusarium* [21].

Митохондриальные геномы грибов активно изучаются в настоящее время. Уже получены полные сиквенсы более 400 геномов митохондрий (353 генома аскомицетов, 35 – базидиомицетов), что позволяет провести сопоставление их последовательностей и подбирать маркеры для отдельных групп грибов, решения различных исследовательских задач [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/browse/?report=5>].

3. Последовательности протеин кодирующих ядерных генов широко используются в микологии для филогенетических исследований, идентификации видов. У аскомицетов они, в целом, более успешно исследуются, чем рРНК область для выяснения отношений на различных таксономических уровнях [22]. Это – ген фактора элонгации трансляции (translation elongation factor 1- α – *Fusarium*), β -тубулин (*Penicillium*), последовательность гена большой субъединицы РНК-полимеразы II (RPB1). Показано, что RPB1 является подходящей маркерной последовательностью для таксономического изучения разных видов грибов, демонстрируя высокий уровень дифференциации видов у аскомицетов (*Pezizomycotina* и *Saccharomycotina*) и некоторых базидиомицетов [12]. Достаточно эффективно исследуется у аскомицетов последовательности гена белка поддерживающего присутствие минихромосомы (MCM7) [12].

Современное развитие методов молекулярной биологии, применение их в микологии позволяет оптимизировать процессы идентификации видов, установление их родства. В настоящее время лишь небольшое количество ныне существующих видов грибов описано и изучено [2]. Как показывает вышеприведенный обзор существующих подходов к изучению грибного генома, дальнейшее использование методов маркирования ДНК в микологических исследованиях, несомненно, будет способствовать прогрессу в данной области знаний, переводу процесса изучения разнообразия видов на качественно новый уровень.

Summary

We reviewed the data concerning DNA polymorphisms for species differentiation in fungi. The possibility of applying ITS, LSU and other DNA sequences for the identification of species and phylogeny in different taxon is discussed.

Литература

1. Hibbett D. S., Binder M., Bischoff JF, Blackwell M. et al. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. // *Mycol Res.* – 2007. – 111(Pt 5). – P. 509–547.
2. Begerow D., Nilsson H., Unterseher M., Maier W. Current state and perspectives of fungal DNA barcoding and rapid identification procedures. // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2010. – 87(1). – P. 99–108.
3. Slepecky R.A., Starmer W. T. Phenotypic plasticity in fungi: a review with observations on *Aureobasidium pullulans*. // *Mycologia.* – 2009. – 101(6). – P. 823–832.

4. Oehl F., Sieverding E., Palenzuela J. et al. Advances in Glomeromycota taxonomy and classification.//IMA Fungus. – 2011. – 2(2). – P. 191–199.
5. Weiss M., Selosse M. A., Rexer K. H., Urban A., Oberwinkler F. Sebaciniales: a hitherto overlooked cosm of heterobasidiomycetes with a broad mycorrhizal potential.// Mycol Res. – 2004. –108 (Pt 9). –P. 1003–1010.
6. Spring O., Bachofer M. , Thines M. et al. Intraspecific Relationship of *Plasmopara halstedii* Isolates Differing in Pathogenicity and Geographic Origin Based on ITS Sequence Data.// European Journal of Plant Pathology. – 2006. – Volume 114, Issue 3. –P. 309–315.
7. Pantou M. P., Kouvelis V. N., Typas M. A. The complete mitochondrial genome of *Fusarium oxysporum*: insights into fungal mitochondrial evolution.//Gene. – 2008. –419(1–2). – P. 7–15.
8. Cuomo CA, Birren BW. The fungal genome initiative and lessons learned from genome sequencing.// Methods Enzymol. – 2010. – 470. – P. 833–855.
9. Fourie G., van der Merwe N., Wingfield B. D et al., Evidence for inter-specific recombination among the mitochondrial genomes of *Fusarium* species in the *Gibberella fujikuroi* complex.// Genomics. – 2013. – 14:605.
10. Seifert K. A. Progress towards DNA barcoding of fungi. // Mol Ecol Resour.- 2009. – 9(suppl 1). – P. 83–89.
11. Kiss L. Limits of nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer (ITS) sequences as species barcodes for Fung// PNAS. – 2012. – vol. 109, no. 27. – E1811
12. Schoch C. L., Seifert K. A., Huhndorf S. et al. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi // PNAS. – 2012. – vol. 109, no. 16. – P. 6241–6246.
13. Porter T. M., Shokralla Sh., Baird D. et al. Ribosomal DNA and Plastid Markers Used to Sample Fungal and Plant Communities from Wetland Soils Reveals Complementary Biotas.// PLoS One. – 2016. – 11(1): e0142759.
14. Liu K. L., Porrás-Alfaro A., Kuske Ch. Et al Accurate, Rapid Taxonomic Classification of Fungal Large-Subunit rRNA Genes.// Appl Environ Microbiol. – 2012. – 78(5). – P. 1523–1533.
15. U. Eberhardt Methods for DNA Barcoding of Fungi.//W. J. Kress, D. L. Erickson (eds.), Springer. DNA Barcodes: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology. – 2012. – vol. 858. – P. 183–205.
16. Seifert K. A., Samson R. A., Dewaard J. R. et al. Prospects for fungus identification using COI DNA barcodes, with *Penicillium* as a test case.// Proc Natl Acad Sci U S A. – 2007. – 104. – P. 3901–3906.
17. Molitor C., Inthavong B., Sage L. et al., Potentiality of the *cox1* gene in the taxonomic resolution of soil fungi.// FEMS Microbiol Lett. – 2010. – 302(1). – P. 76–84.
18. Pino-Bodas R., Martín M., Burgaz A., Lumbsch H.Th. Species delimitation in *Cladonia* (Ascomycota): a challenge to the DNA barcoding philosophy.// Molecular Ecology Resources. – 2013. – 13. – P. 1058–1068.

19. Fontaine K. M., Ahti T., Piercey-Normore M. D. Convergent evolution in *Cladonia gracilis* and allies. // *Lichenologist*. –2010. – 42. – P. 323–338.
20. Pino-Bodas R., Burgaz A. R., Martin M. P., Lumbsch H. T. Phenotypical plasticity and homoplasmy complicate species delimitation in the *Cladonia gracilis* group (Cladoniaceae, Ascomycota). // *Organisms, Diversity and Evolution*. – 2011. – 11. – P. 343–355.
21. Santamaria M., Vicario S., Pappada G. et al. Towards barcode markers in fungi: an intron map of Ascomycota mitochondria. // *BMC Bioinformatics*. – 2009. – 10. –S15.
22. Schoch C. L., Sung G. H., López-Giráldez F. et al. The Ascomycota tree of life: a phylum-wide phylogeny clarifies the origin and evolution of fundamental reproductive and ecological traits. // *Syst Biol*. – 2009. – 58(2). – P. 224–239.

УДК 582.29:502.75(571.63)

ЛИХЕНОФЛОРА ВОЛЫНСКОГО ХРЕБТА И ЕЕ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ, ПОГРАНИЧНЫЙ РАЙОН)

Скирин Ф. В.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия. E-mail: sskirin@yandex.ru.

Приханкайская равнина – одна из самых антропогенно трансформированных территорий Приморского края. Ее экосистемы испытывают воздействие различных антропогенных факторов, таких как атмосферное загрязнение, рубки, запыление. Но, несомненно, наиболее заметный урон в данном районе наносят низовые пожары [3]. Их следствием является обеднение видового состава природных сообществ, в том числе и лишайнофлоры. Кроме того, постоянное воздействие пирогенного фактора приводит к постепенному уничтожению естественных экосистем, на смену которым приходят антропогенно сформированные сообщества лишайников, отличающиеся как по богатству, так и по видовому составу [5]. Тем не менее, на склонах хребтов, обрамляющих Приханкайскую равнину, сохранились участки естественных экосистем. Так, на склонах Волынского хребта, ограничивающего равнину с северо-запада, фактически все естественные лесные экосистемы были уничтожены в результате рубок и пожаров, и на их месте возникли вторичные лесные сообщества, некоторые фрагменты которых все же сохраняют отдельные черты естественной флоры. При настоящем уровне воздействия пирогенного фактора и они могут в скором времени исчезнуть. В связи с этим особую важность приобретают исследования, направленные на изучение сообществ лишайников участков, наименее подверженных антропогенному влиянию.

В 2015 г. автором были проведены исследования лишайников на г. Паровоз (Волынский хребет) в Пограничном районе Приморского края (см. рис.). Район исследования

расположен на востоке Маньчжурской горной страны. Рельеф среднегорный – высоты не превышают 750 м над уровнем моря. Гора Паровоз является высшей точкой хребта (748 м). На вершине имеются выходы скал высотой до 15 метров, а привершинное плато изобилует крупными группами валунов высотой до 7 метров. Климат района исследований муссонный. Наиболее характерная растительная формация – широколиственные леса, представленные в основном вторичными дубняками, возникшими в результате рубок, проводимых в начале XX века, а также частых низовых пожаров, происходящих на данной территории многие десятилетия.

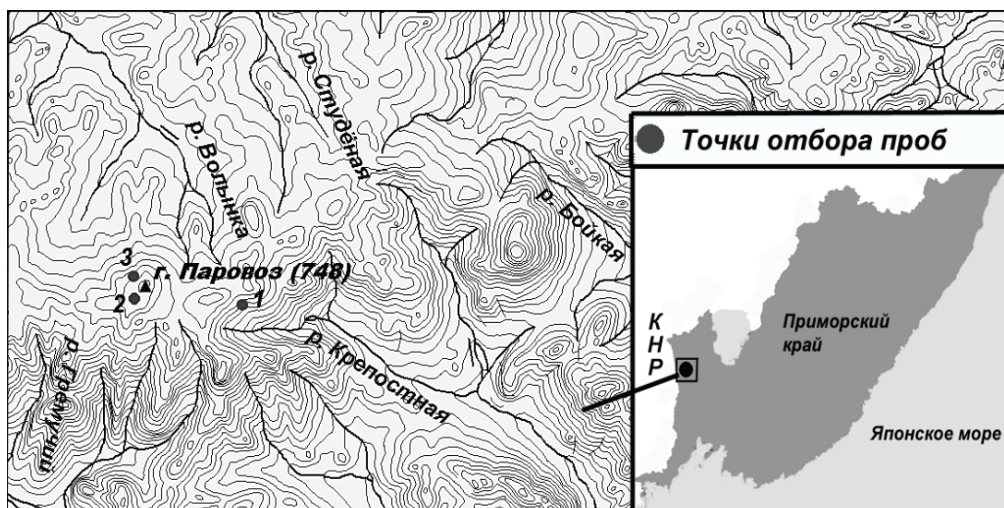


Рисунок. Район исследования

Исследования проводились маршрутным методом. Лишайники отбирались как с древесного, так и с каменистого субстратов. Всего было отобрано около 150 образцов. Жизненное состояние оценивалось по 5-бальной шкале: 1 балл – слоевище полностью разрушено; 2 балла – слоевище сильно повреждено (более 50 %), разрушен верхний коровой слой, изменен цвет слоевища; 3 балла – разрушено менее 50 % слоевища; 4 балла – лишайник угнетен – слоевище деформировано; 5 баллов – слоевище здоровое [4].

Вследствие антропогенного воздействия в исследуемом районе отмечается сильная антропогенная трансформация лесных экосистем, в том числе и лишайниковых сообществ. По данным И. М. Родниковой с соавторами [3], видовое разнообразие лишайников на Приханкайской равнине значительно снижено. Наши исследования также подтверждают это заключение. Так, на некоторых участках Волынского хребта лишайники как на деревьях, так и на камнях, почве, валеже полностью уничтожены. На коре деревьев отмечаются отчетливые следы (ожоги) недавно прошедших пожаров. Такая ситуация прослеживается на большей части исследуемой территории – в верхнем течении реки Крепостная, по восточным склонам Волынского хребта, на плато и в окрестностях г. Паровоз. Тем не менее, на отдельных участках, таких как крупные группы валунов

(характерная для Волынского хребта форма рельефа) и выходы скал, и по водоразделам сохраняются фрагменты сообществ, в меньшей степени подверженных влиянию пирогенного фактора. Видовое разнообразие лишайников на таких участках заметно повышается. Они являются для лишайников своего рода убежищами, в которых сохраняются в том числе и редкие и охраняемые виды.

В результате исследований на территории Волынского хребта автором было обнаружено 32 вида эпифитных, эпилитных и эпибриофитных лишайников. Основную массу эпифитных лишайников составляют виды с широкой экологической амплитудой, такие как: *Parmelia fertilis*, *Myelochroa aurulenta*, *M. subaurulenta*, *Heterodermia hypoleuca*, *Melanohalea hui*, *Lecanora allophana*, *L. chlorofera*, *Rinodina archaea*, *Physconia subpulverulenta*, *Phaeophyscia rubropulchra*, *Biatora chrysantha*, *Leptogium cyanescens*, *Graphis scripta*, *Pertusaria subobductans*, *Arthonia ruana*. Некоторые из этих видов, например, *Physconia subpulverulenta* и *Phaeophyscia rubropulchra* наиболее устойчивы к действию пирогенного фактора, а такие виды как *Parmelia fertilis*, *Myelochroa aurulenta*, *M. subaurulenta*, *Melanohalea hui* более чувствительны к действию пожаров. На скалах произрастают как эпифитные, эпилитные, так и эпибриофитные лишайники. Среди них, помимо устойчивых к антропогенному воздействию видов (*Phaeophyscia hispidula*, *Anaptychia palmulata*, *Leptogium cyanescens*, *Heterodermia diademata*, *Candelariella reflexa*), отмечаются и виды чувствительные к антропогенному влиянию: *Fuscopannaria alhneri*, *Dermatocarpon vellereum*, *Cetrelia braunsiana*, *Ochrolechia yasudae*, *Xanthoparmelia stenophylla*, *Chrysothrix chlorina*, *Rusavskia elegans*, *Lepraria* sp.

Данное исследование позволило обнаружить новые местонахождения лишайников, охраняемых на федеральном* и региональном уровнях** – *Ruxine sorediata** **, *Coccocarpia palmicola** ** и *Myelochroa perisidians*** [1, 2]. Основное местонахождение их связано с выходами скал, покрытых мхом. Из перечисленных видов на древесном субстрате была обнаружена только *Ruxine sorediata*.

На всех точках отбора проб лишайники встречаются как со следами повреждения талломов, так и не имеющие этих признаков. Повреждения в большей степени отмечены для эпифитных, в меньшей – для видов, произрастающих на каменистом субстрате. Жизненное состояние лишайников находится в интервале от 2 до 5 баллов. Основные симптомы повреждения лишайников: депигментация талломов, которая проявляется в изменении цвета слоевищ – покраснении, почернении или обесцвечивании; разрушение верхнего корового слоя таллома, разрушении гимениального слоя в апотециях лишайников. Такое состояние лишайников объясняется различной экологической устойчивостью отдельных видов к пирогенному фактору. Здоровые талломы имеют более 70 % собранных образцов. Многие эпифитные лишайники с жизненным состоянием 5 баллов произрастают поверх погибших талломов, что свидетельствует о давнем влиянии пожаров, после которых изучаемый участок успел восстановиться. Напочвенные лишайники

отсутствуют как из-за влияния низовых пожаров, уничтожающих талломы, так и в связи с сильно развитым травянистым покровом и многочисленным листовым опадом.

Основная масса эпифитных лишайников произрастает с высоты 2,5–3 м и до кроны, вне досягаемости пламени. В местах выхода скал и валунных россыпей лишайники часто покрывают ствол от комля до кроны. Проективное покрытие составляет в среднем 60–70 % на стволах деревьев, а на верхних частях крупных валунов достигает 100 %.

Таким образом, в результате изучения лесных экосистем Волынского хребта было выявлено 32 вида лишайников и исследовано состояние локальной лихенофлоры, на формирование современного облика которой оказал влияние пирогенный фактор. На скальном массиве у вершины г. Паровоз и на некоторых участках склонов хребта сохранились фрагменты экосистем, менее подверженных воздействию пирогенного фактора и отличающихся заметно более высоким уровнем разнообразия лишайников. В настоящее время эти участки исследованы фрагментарно и при дальнейшем их изучении список лишайников для данного района будет заметно пополнен, а так же высока вероятность нахождения других охраняемых и редких видов лишайников, распространение которых будет учитываться при составлении очередных изданий Красной Книги России и Приморского края.

Summary

Current state of Volinsky ridge lichen flora in the intensive anthropogenic effect conditions considered in this work. The brief characteristic of species composition, living condition and projective cover is provided. New location of three protected lichens: *Puxine soorediata*, *Coccocarpia palmicola* и *Myelochroa perisidians* is finding.

Литература

1. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природы и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природоохраны, экологии и безопасности в чрезвычайных ситуациях; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М. В. Ломоносова; Гл. редколл.: Ю. П. Трутнев и др. Сост. Р. В. Камелин и др. М.: Товарищество науч. изд. КМК. – 2008. – 855 с.
2. Красная книга Приморского края. Растения. Владивосток: Апельсин. – 2008. – С. 489–574
3. Родникова И. М., Скирина И. Ф., Скирин Ф. В. Эпифитные лишайники Приханкайской равнины как показатель состояния приземного воздуха (Приморский край) // Антропогенная динамика Природной среды. Т. 1. Доклады пленарного заседания. 1. Техногенная трансформация экосистем. II. Ландшафтное и биологическое разнообразие. Материалы междунар. научн.-практ. конф. (16–20 окт. 2006 г., г. Пермь) / Перм. ун-т. – Пермь: изд-во Богатырев П. Г. – 2006. – С. 299–303.
4. Скирина И.Ф. Лишайники Приморского края и их использование для индикации состояния среды. Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Владивосток. – 1998. – 35 с.
5. Скирина И. Ф. Роль лесных пожаров в формировании лихенофлоры дубовых лесов

Юга Приморского края // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: материалы всерос. конф. с междунар. участ., посвященной памяти Л. В. Бардунова (1932–2008), (Иркутск, 15-19 сентября 2010 г.). – Иркутск: Изд-во ин-та геогр. им. В. Б. Сочавы СО РАН. – 2010. – С. 535–538.

УДК 582.284

**ИЗМЕНЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ЩЕЛЕЛИСТНИКА
ОБЫКНОВЕННОГО (*SCHIZOPHYLLUM COMMUNE* FR.)
В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ ЛИТВЫ**

Снешкене В. К., Станкявичене А. А.

Каунасский ботанический сад Университета Витаутаса Великого, Каунас, Литва, vilija.snieskiene@vdu.lt, antanina.stankeviciene@vdu.lt

Щелелистник обыкновенный (*Schizophyllum commune* Fr.) принадлежит к отделу Basidiomycota и считается одним из самых распространенных видов грибов на свете. Он растет в разных климатических условиях, стрессоустойчивый: высохшие плодовые тела после дождя могут опять спороносить; плодовые тела вырастают круглый год [1–4]. Многие фитопатологи леса Литвы и других стран этот вид считают складским или штабельным дереворазрушающим грибом второго экологического комплекса [5–9]. Но гриб этого вида быстро приспосабливается к разным условиям и может колонизировать раны поврежденных стволов живых деревьев и стать паразитом, вызывающим поверхностную гниль древесины [1, 10, 11]. В лесах Литвы щелелистник обыкновенный является обычным сапротрофом и на живых деревьях местных видов встречается очень редко. При исследованиях состояния интродуцентов в лесах Литвы нами обнаружены несколько древостоев дуба красного (*Quercus rubra* L.) со значительным количеством плодовых тел щелелистника на стволах. Решающим фактором в данном случае явились резкие колебания температур ранней весной [12]. Много деревьев в городских насаждениях растут в экстремальных условиях и часто поражаются патогенными организмами. В процессе определения состояния зеленых насаждений в городах Литвы в 1995–2016 г. нами отмечено изменение распространения и вредоносности щелелистника обыкновенного (*Schizophyllum commune* Fr.).

Целью работы явилось определение степени распространения щелелистника в зеленых насаждениях городов Литвы, оценка наносимого им вреда и разработка мер по его сокращению.

Методика

В качестве объектов исследований выделены древесные растения из 2 различных типов насаждений: уличные посадки и рекреационные насаждения (парки). Доминирую-

щий вид деревьев в городских насаждениях Литвы, особенно в уличных посадках, есть липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) [13]. Учет интенсивности поражения деревьев щелелистником проводили визуально по пятибальной шкале: 1 балл – признаков поражения нет; 2 балла – до 25 % поверхности ствола или ветвей с плодовыми телами гриба; 3 балла – на 26–60 % поверхности ствола или ветвей плодовые тела, кора некротизированная с трещинами; 4 балла – на 61–100 % поверхности ствола или ветвей плодовые тела, кора некротизированная, отслаивается, кусками отпадает; 5 баллов – дерево мертвое.

Интенсивность поражения определяли по формуле: $R = \Sigma(a \cdot b) / N$, где R – интенсивность поражения, $\Sigma(a \cdot b)$ – сумма произведений числа растений, пораженных одинаковым баллом и значение пораженности (балл), N – общее число исследуемых растений [14].

Результаты

В 1995–1996 гг. в городах Литвы проводились интенсивные обрезки деревьев на уличных посадках. Обрезки проводились зимой, когда затруднено заживление ран. С 1996 г. на деревьях в значительном количестве стал распространяться щелелистник обыкновенный. Более детальное изучение распространения гриба проводилось на одной из улиц города Каунас (улица В. Кудиркос), где преобладающей породой была липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.). Распространенность щелелистника определялась в период с 1995 по 2007 г. и в 2015–2016 г. При первом обследовании весной 1995 г. (до обрезки) количество деревьев, на которых обнаружены плодовые тела гриба, составляло 2,7 % от общего числа растущей там липы мелколистной (367). После сильной обрезки, проведенной зимой 1996 г., гриб распространился на соседние деревья. В тех случаях, когда раны успешно заживали, отрастающие побеги нередко выламывались из основания, образовались новые раны, что приводило к повторному заражению. Гриб с каждым годом распространялся, а состояние деревьев ухудшалось: в 2007 г. на 45,6 % растений обнаружены плодовые тела гриба. Интенсивность поражения от $1,0 \pm 0,0$ в 1995 г. достигла $2,0 \pm 0,0$ в 2007 г.

Исследования проводились после 8-летнего перерыва в 2015–2016 г. Через этот промежуток времени довольно большая часть деревьев (38,26 %) погибли или стали опасны для окружающей среды (для прохожих, зданий, автомобилей) и были вырублены. Вместо их высаживаются новые молодые деревья. Эти работы проводятся постепенно с 2013 г. Из оставшихся старых деревьев при визуальном осмотре часть (46,31 %) здоровые. Еще 10,07 % – с гниющими стволами и дуплами, но без плодовых тел грибов. Часть деревьев (4,03 %) обнаружили с плодовыми телами щелелистника. Число деревьев с грибом постепенно приближается к тому, которое было до обрезки. Неправильная обрезка старых деревьев привела к преждевременной гибели большей части деревьев. Одной из причин этого было и распространение щелелистника обыкновенного. Чтобы избежать обрезок деревьев, в последние двадцать лет в городах Литвы, как и в городах других стран, в качестве уличных насаждений высаживаются не видовые растения, а растения сортов, которые приспособлены расти в экстремальных условиях современных городов. Эти де-

ревья не только хорошо переносят загрязнение воздуха и почвы, микроклиматические условия улиц, но у них и кроны компактные, они растут медленнее.

В парках городов условия для роста деревьев более благоприятны, чем на улицах. Однако если условия роста не являются подходящими для данного вида, они тоже могут пострадать. Проведенные наблюдения на 2 группах состоящих из липы мелколистной и 1 группы липы крупнолистной (*T. platyphyllos* Scop.), растущих в открытых солнечных местах, показали, что они сильно поражены щелелистником обыкновенным. На стволах и крупных ветвях обнаруживаются плодовые тела гриба, кора трескается и большие ее зоны некротизируются. Все поражения отмечены на частях стволов, ориентированных на юг и юго-запад. С 1996 до 2016 г. состояние лип, растущих в парках и зараженных щелелистником, мало изменилось. Интенсивность поражения липы мелколистной от $2,7 \pm 0,0$ в 1996 г. до $3,1 \pm 0,0$ в 2016 г.; и липы крупнолистной от $2,3 \pm 0,0$ в 1996 г. до $2,5 \pm 0,0$ в 2015 г. Прирост всех этих деревьев незначительный, листья маленькие, преждевременная дефолиация отмечается каждый год.

В городах заселившийся на деревьях щелелистник опасен не только для них, но и для людей и животных. Имеются литературные данные, что щелелистник обыкновенный может быть источником их заболеваний [15–17]. Поэтому ослабленные грибом деревья требуется устранять. Щелелистник обыкновенный очень устойчив к фунгицидам, хорошо переносит окраску масляной краской, которая используется при обрезке. Грибы этого вида вырастают даже на деревянных шпалах железных дорог [18].

Риск заражения городских деревьев щелелистником могло бы значительно уменьшить более широкое использование декоративных форм деревьев, не требующих значительных обрезок. Поправлять раскидистые ветви (делать обрезки) только молодым деревьям, не ждать, пока они станут толстыми, и при обрезке появятся большие незаживающие раны. В рекреационных насаждениях деревья сажать только в местах, в которых эдафические условия, освещение и влажность отвечают требованиям данного вида или сорта [19].

Summary

In 1995–2007 and 2015–2016 the distribution of fungus *Schizophyllum commune* Fr. was observed in city green plantings of Lithuania. In one Kaunas Street after intensive pruning of trees the number of infected trees increased from 2.7% in 1995 to 45.6% in 2007. 2015-2016 big part (38,26%) of old trees dead or strongly damaged trees were replaced by young trees.

The fungus colonized *Tilia cordata* and *T. platyphyllos*, which grew under unfavorable conditions in parks.

Schizophyllum commune is a dangerous fungus infecting trees through wounds can be particularly often found in human affected biotopes? Such as streets and parks. It spreads after intensive pruning and shortens trees age. To avoid the spread of this fungus it is necessary to plant adapted species and cultivars in street green plantings and to plant the plants only in suitable for them places.

Литература

1. Dorfelt H., Jetschke G. *Wörterbuch der Mycologie*. 2001. – Heidelberg-Berlin.
Kuo M. *Schizophyllum commune* // Retrieved from the Mushroom Expert. Com Website http://www.mushroomexpert.com/schizophyllum_communne.html
EMLab P& K. – 2007. <http://www.emlab.com/app/fungi/Fungi.po?event=fungi&type=secondary&species=106&name>
Volk T. J. Tom Volk's Fungus of the Month for February 2000. –2000 http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/feb2000.html
 2. Pileckis S., Valenta V., Vasiliauskas A., Žuklys L. *Svarbiausių miško medžių kenkėjai ir ligos*. 1968. – Vilnius.
 3. Urbonas V. *Lietuvos grybų atlasas*. 2007. – Kaunas.
 4. Krieglsteiner G. J. *Die Großpilze Baden-Württenbergs, Band 1*. 2000. – Stuttgart.
 5. Rypacek V. *Biologie drevokaznych hub*. 1957. – Praha.
 6. Черемисинов Н. А., Негруцкий С. Ф., Лешковцева И. И. *Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников*. 1970. – Москва.
 7. Hartmann G., Nienhaus F., Butin H. *Medžių ligų ir kenkėjų atlasas*. 2005. – Vilnius.
 8. Sinclair W. A., Lyon H. H. *Diseases of Trees and Shrubs*. 2005. – Ithaca and London.
 9. Snieškienė V., Juronis V. *Distribution of fungus Schizophyllum commune on green plantings in Lithuanian cities and forests // Botanica Lithuanica*. 2007. – No 13(4). – p. 251–256.
 10. Juronis V., Snieškienė V. *The influence of intensive pruning on the phytosanitary state of trees in city streets // Urban forestry in the Nordic and Baltic countries*. 2001. – No 9. – p. 61–63.
 11. Šurkus J., Gaurilčikienė I. (sudarė). *Žemės ūkio augalų kenkėjai, ligos ir jų apskaita*. 2002. – Akademija.
 12. Catalano P., Lawson W., Bottone E., Lebenger J., *Basidiomycetous infection of the maxillary sinus // Otolaryngology. Head Neck Surg*. 1990. – Vol. 102. – p. 183–185.
 13. Kano R., Oomae S., Nakano Y., Minami T., Sukikara M., Nakayama T., Hasegawa A. *First Report on Schizophyllum commune from a Dog // Journal of Clinical Microbiology*. 2002. – Vol. 40 (9). – p. 3535–3537.
 14. Rihs J. D., Padhye A. A., Good C. B. *Brain abscess caused by Schizophyllum commune: an emerging basidiomycete pathogen // Journal of Clinical Microbiology*. 1996. – Vol. 34 (7). – p. 1628–1632.
 15. Tiso N., Mikašauskaitė J., Stankevičius M., Snieškienė V., Stankevičienė A., Polcaro C., Galli E., Donati E., Zacchini M., Levišauskas D., Tekorius T., Ragažinskienė O., Drevinskas T., Bartkuvienė V., Kornyšova O., Kaškonienė V., Maruška A. *Isolation and identification of fungi tolerant to polycyclic aromatic hydrocarbons and coal tar from different habitats in Lithuania // Toxicological & environmental chemistry*. 2015. – Vol. 98. – Iss. 1. – p. 77–89.
- Juronis V., Snieškienė V. *The influence of intensive pruning on the phytosanitary state of trees in city streets // Urban forestry in the Nordic and Baltic countries*. 2001. – No 9. – 61–63.

**ОЦЕНКА ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
НА ЛИШАЙНИК *CLADONIA ARBUSCULA* (WALLR.) FLOT.,
ПРОИЗРАСТАЮЩИЙ В ПОЛЕССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ**

Спиров Р. К., Никитин А. Н., Король Р. А.

Институт радиобиологии НАН Беларуси, Гомель, Беларусь, ruslan.spirov@yandex.ru

Присутствие в чернобыльских выпадениях трансураниевых элементов (ТУЭ) определяет долговременность радиозэкологических проблем при возможном вовлечении их в биологический круговорот. Без знания закономерностей распределения и миграции ТУЭ в экосистемах невозможна корректная оценка радиационной обстановки [1]. Кроме того, в связи со сменой подходов для обеспечения радиационной безопасности окружающей среды, новые рекомендации МКРЗ включают в систему радиологической защиты задачи защиты окружающей среды, в частности, биоты [2]. Все это актуализирует вопрос об оценке дозовой нагрузки на растительные организмы, в том числе лишайники.

Объектом исследования являлся кустистый лишайник кладония лесная (*Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot.) рода Кладония (*Cladonia*), семейства Кладониевые (*Cladoniaceae*).

Предмет исследования: дозовая нагрузка трансураниевых элементов на слоевище кладонии лесной.

Цель исследования: оценить реально складывающуюся дозовую нагрузку трансураниевых элементов (плутония и америция) на лишайник *Cladonia arbuscula*, произрастающий на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ).

Программа исследования включала в себя следующие задачи:

- 1) отобрать почвенные и растительные образцы на территории ПГРЭЗ;
- 2) провести радиохимический анализ отобранных почвенных и растительных образцов на содержание ТУЭ;
- 3) рассчитать дозовую нагрузку ТУЭ на слоевище *Cladonia arbuscula*.

Методика исследований.

Отбор почвенных и растительных образцов проводили по общепринятым методикам на территории б. н. п. Масаны (N 51°30'48", E 30°01'10") Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Дата отбора проб: 9 июня 2015 г. Характеристика участка представлена в таблице 1.

Таблица 1. Радиационная характеристика опытного участка

МЭД, мкЗв·ч ⁻¹		Плотность загрязнения, кБк·м ⁻²			
На поверхности	На расстоянии 1 м от поверхности	¹³⁷ Cs	²³⁸ Pu	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am
11,70±1,40	7,40±0,59	2498,17±64,95	7,22±0,64	16,03±1,40	48,58±10,14

Для определения ТУЭ в слоевище лишайника отбирали смешанную пробу, состоящую из трех индивидуальных, в количестве, необходимом для радиохимического анализа с учетом того, что пробы будут подвергнуты сушке. Слоевище лишайника очищали от почвенных частиц, измельчали и взвешивали на месте на переносных весах, фасовали в полиэтиленовые пакеты и маркировали.

После высушивания в сушильном шкафу до постоянной сухой массы при 80 °С фиксировали в журнале сухую массу растительных проб для расчета коэффициента усушки. Пробы измельчали на мельнице для последующего определения цезия-137 и ТУЭ.

Радиохимический анализ включал в себя кислотное вскрытие пробы, соосаждение трансурановых элементов с гидроксидом железа (III). Раствор нейтрализовали безугольным аммиаком и фильтровали. Осадок растворяли в азотной кислоте и стабилизировали плутоний до четырехвалентного состояния нитритом натрия. Пропускали через колонки с анионитом АВ-17 в азотнокислой форме. Плутоний элюировали 0,3 М HNO₃ – 0,1 М HF. Америций очищали от железа и урана на колонках с АВ-17, затем пропускали через колонки с ФИБАНом.

Содержание изотопов плутония и америция в элюате определяли методом α -спектрометрии. Для этого к порции элюата добавляли раствор азотнокислого церия в количестве, содержащем 50 мкг церия (в пересчете на металл). Раствор нейтрализовали аммиаком, не содержащим растворенный CO₂, до pH 6-7. Образовавшийся осадок гидроксида четырехвалентного церия с осажденными ТУЭ фильтровали под вакуумом через ядерный фильтр с диаметром пор 0,15 мкм. Осадок на фильтре высушивали на воздухе и наклеивали на подложку из нержавеющей стали [4].

Содержание ТУЭ измеряли на альфа-спектрометрической системе Alpha Analyst от CANBERRA, состоящей из шести полупроводниковых PIPS-детекторов, изготовленных из сверхчистого кремния. Площадь детектора 300 мм², эффективность регистрации в области энергий 3-8 МэВ составляет (20±2) %. Математическую обработку спектров проводили при помощи программного обеспечения Apex Alpha. Расчет неопределенности измерения проводили согласно общепринятым методикам по оценке неопределенности радиационных измерений с коэффициентом охвата равным двум.

Результаты исследований и их обсуждение.

Результаты содержания ТУЭ представлены в таблице 2.

Таблица 2. Удельная активность ($A_{уд}$) и расширенная неопределенность измерения (U) ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu, ²⁴¹Am в слоевище лишайника *Cladonia arbuscula*

Проба	$A_{уд}$ (²³⁸ Pu)		$A_{уд}$ (²³⁹⁺²⁴⁰ Pu)		$A_{уд}$ (²⁴¹ Am)	
	Среднее значение, Бк·кг ⁻¹	U, при k = 2, %	Среднее значение, Бк·кг ⁻¹	U, при k = 2, %	Среднее значение, Бк·кг ⁻¹	U, при k = 2, %
1	14,21	12,79	28,40	14,08	82,63	17,42
2	32,64	12,73	61,06	12,80	177,26	17,74
3	68,23	25,47	127,96	16,99	360,43	17,95

Как видно из таблицы 2, несмотря на то, что все пробы отобраны с одного участка, наблюдалось заметное различие в содержании трансурановых элементов. Наименьшим содержанием ТУЭ характеризовалась первая проба. Наименьшая удельная активность приходилась на плутоний-238 – $14,21 \pm 1,82$ Бк·кг⁻¹, что почти в два раза меньше, чем удельная активность изотопов плутония-238,239 – $28,40 \pm 4,00$ Бк·кг⁻¹. Тем не менее, наибольшее содержание среди ТУЭ в слоевище лишайника наблюдалось для америция-241 – $82,63 \pm 14,39$ Бк·кг⁻¹.

Средним значением содержания изотопов плутония и америция характеризовалась вторая проба. Как и в случае с первой пробой, наименьшая удельная активность приходилась на плутоний-238 – $32,64 \pm 4,15$ Бк·кг⁻¹, что так же в два раза меньше, чем удельная активность изотопов плутония-238,239 – $61,06 \pm 7,82$ Бк·кг⁻¹. Наибольшее содержание среди ТУЭ в слоевище лишайника наблюдалось для америция-241 – $177,26 \pm 31,44$ Бк·кг⁻¹.

Наибольшим содержанием ТУЭ характеризовалась третья проба. Наименьшая удельная активность приходилась на плутоний-238 – $68,23 \pm 17,38$ Бк·кг⁻¹, что почти в два раза меньше, чем удельная активность изотопов плутония-238,239 – $127,96 \pm 21,74$ Бк·кг⁻¹. Тем не менее, наибольшее содержание среди ТУЭ в слоевище *Cladonia arbuscula* приходилось на америций-241 – $360,43 \pm 64,69$ Бк·кг⁻¹.

Несмотря на то, что содержание ТУЭ в трех пробах существенно варьировало, отношение содержания изотопов между собой было постоянно.

Расчет мощности поглощенной дозы проводили на сырую фитомассу слоевища. Дозовая нагрузка ТУЭ на *Cladonia arbuscula* представлена в таблице 3.

Таблица 3. Мощность поглощенной дозы (P) изотопов ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu, ²⁴¹Am в слоевище *Cladonia arbuscula*

Проба	P(²³⁸ Pu), мкГр·сут ⁻¹	P(²³⁹⁺²⁴⁰ Pu), мкГр·сут ⁻¹	P(²⁴¹ Am), мкГр·сут ⁻¹
1	$(9,29 \pm 1,19) \cdot 10^{-1}$	$1,74 \pm 0,25$	$5,34 \pm 0,93$
2	$2,09 \pm 0,27$	$3,66 \pm 0,47$	$(1,12 \pm 0,20) \cdot 10^1$
3	$4,42 \pm 1,13$	$7,78 \pm 1,32$	$(2,31 \pm 0,41) \cdot 10^1$

Из таблицы 3 видно, что также наблюдалось заметное различие в дозовой нагрузке трансурановых элементов в трех пробах слоевища *Cladonia arbuscula*. Наименьшая мощность поглощенной дозы в первой пробе приходилась на плутоний-238 – $(9,29 \pm 1,19) \cdot 10^{-1}$ мкГр·сут⁻¹, что более чем в полтора раза меньше, чем мощность поглощенной дозы от изотопов плутония-238,239 – $1,74 \pm 0,25$ мкГр·сут⁻¹. Тем не менее, наибольшая дозовая нагрузка среди ТУЭ в подземной фитомассе наблюдалась для америция-241 – $5,34 \pm 0,93$ мкГр·сут⁻¹.

Как и для первой пробы, для второй пробы наибольшая дозовая нагрузка среди рассматриваемых ТУЭ характерна для америция-241. Наименьшая мощность поглощенной

дозы приходилась на плутоний-238 – $2,09 \pm 0,27$ мкГр·сут⁻¹, что более чем в полтора раза меньше, чем мощность поглощенной дозы от изотопов плутония-238,239 – $3,66 \pm 0,47$ мкГр·сут⁻¹. Наибольшая дозовая нагрузка среди ТУЭ в слоевище *Cladonia arbuscula* наблюдалась для америция-241 – $(1,12 \pm 0,20) \cdot 10^1$ мкГр·сут⁻¹.

В случае третьей пробы наименьшая мощность поглощенной дозы приходилась на плутоний-238 – $4,42 \pm 1,13$ мкГр·сут⁻¹, что меньше, чем мощность поглощенной дозы изотопов плутония-238,239 – $7,78 \pm 1,32$ мкГр·сут⁻¹. Наибольшая дозовая нагрузка среди ТУЭ в слоевище *Cladonia arbuscula* наблюдалась для америция-241 – $(2,31 \pm 0,41) \cdot 10^1$ мкГр·сут⁻¹.

В результате исследования можно сделать следующие выводы:

- 1) существенную неопределенность в оценку дозовой нагрузки на слоевище лишайника *Cladonia arbuscula* вносит высокая неоднородность по накоплению трансурановых элементов между пробами с одной площадки;
- 2) удельная активность америция-241 в слоевище *Cladonia arbuscula* превышает в 1,94 раза суммарную удельную активность изотопов плутония;
- 3) среди трансурановых элементов основной вклад в мощность поглощенной дозы кладонии лесной вносит америций-241 – от 5,34 до 23,10 мкГр·сут⁻¹. Доза от всех изотопов плутония не превышает 12,20 мкГр·сут⁻¹.

Summary

The result of this work determined that substantial uncertainty in the estimation of dose loads on the thallus of the lichen *Cladonia arbuscula* is making a high heterogeneity in the accumulation of transuranic elements between the samples from one site. In addition, the highest dose load has americium-241.

Литература

1. Америций и плутоний в агроэкосистемах. Чернобыльская катастрофа 1986 года / Под общей редакцией доктора биологических наук В. С. Аверина, А. Г. Подоляк, С. А. Тагай, А. Б. Кухтевич, К. Н. Буздалкин, А. А. Царенок, Е. К. Нилова – Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Институт радиологии» МЧС РБ. Гомель: ОАО «Полеспечать», 2014. – 176 с.
2. Гудков, И. Н. Антропоцентрический, экоцентрический и эксцентрический подходы к радиационной и техногенной безопасности человека и окружающей среды / И. Н. Гудков, О. П. Майдебура // Техногенная безопасность – 2010. – Том 139. – С.4–9.
3. Шошина, Р. Р. Анализ неопределенностей при оценке доз на биоту в условиях хронического радиационного воздействия / Р. Р. Шошина, Г. В. Лаврентьева // Радиобиология: «Маяк», Чернобыль, Фукусима: материалы междунар. науч. конф. (Гомель, 24–25 сент. 2015 г.) / ред. кол.: А. Д. Наумов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Ин-т радиологии, 2015. – С.270–273.
4. МВИ. МН 1892–2003. Методика определения активности стронция-90 и трансурановых элементов в биологических объектах. – Минск, 2003. – 17 с.

РОЛЬ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ В ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУР ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Стороженко В. Г.

Институт лесоведения РАН, Москва, lesoved@mail.ru

Дереворазрушающие грибы (ДРГ) – один из наиболее важных гетеротрофных компонентов общего структурного строения лесного сообщества. Функционально этот консорт определен природой на выполнение важнейшей задачи по разложению накапливаемой автотрофами биомассы. Известно, что ДРГ более чем на 90 % ответственны за разложение отмершей биомассы. Но известно также, что всякая деструктивная функция в сбалансированном организме закономерно обладает равной по энергетике и физическим параметрам функцией обновления, составляющей значительную часть функции накопления биомассы. В этом определении ключевым термином является «сбалансированное лесное сообщество». В нашем понимании сбалансированное лесное сообщество – это, по трактовке В. Н. Сукачева, «выработанное», а в понимании Ф. Клементса «климаксовое» лесное сообщество. В сукцессионном понимании фаза климакса рассматривается как наивысшая ступень сукцессии, характеризующаяся наиболее сбалансированным состоянием всех консортов сообщества. Эта же фаза соответствует понятию «устойчивого лесного сообщества». Состояния полной выработанности лесное сообщество может достичь только в процессе длительного эволюционного формирования в коренных экотопах без влияния внешних экзогенных дестабилизирующих факторов воздействия. В природных условиях экзогенные факторы воздействия (климатические и связанные с ними гидрологические, аэрогенные, а так же антропогенные, техногенные и др.) сопровождают формирование лесов постоянно и в разной степени влияют на положение лесного сообщества в сукцессионном развитии. Эти факторы, как и эндогенные ДРГ, рассматриваются как деструктивные. Функциональные различия, связанные с формированием лесов, между экзогенными и эндогенными факторами воздействия заключаются в том, что вектор воздействия экзогенных факторов направлен только на разрушение структур лесного сообщества, а вектор воздействия эндогенных факторов в лице ДРГ через функцию деструкции – на формирование более устойчивых структур лесных биогеоценозов. Это положение имеет важнейшее значение для понимания роли и функции ДРГ и в целом лесных биогеоценозов в генезисе лесов.

Материалы и методы

В качестве базовых для исследований приняты коренные девственные древостой еловых формаций различных фаз динамики в лесах южной, средней и северной тайги Европейской части России. В подзоне южной тайги изучались ельники заповедников «Кологривский лес» и Центрально-лесного биосферного заповедника, в подзоне средней тайги – ельники резервата «Вепсский лес», Вытегорского лесхоза и урочища «Атле-

ка», в ельниках подзоны северной тайги – ельники Ломовского лесхоза Архангельской обл., Нац. парка «Паанаярви», Кандалакшского лесхоза Мурманской обл. На постоянных пробных площадях изучались возрастные, горизонтальные, санитарные и возобновительные структуры древостоев, параметры текущего древесного опада и валежа. Определялись динамические характеристики лесов [1], строились возрастные ряды древостоев, динамика опада деревьев и формирование структур валежа по стадиям разложения [2,3], характеристики гнилевых фаутов стволов деревьев, вызванных ДРГ биотрофного комплекса, и видовой состав грибов ксилотрофного комплекса [4], скорость разложения древесного опада. Проведенные исследования позволили выявить ряд закономерностей совместной динамики развития фитоценозов (древостоев) и микоценозов (ДРГ) девственных эволюционно формирующихся лесных сообществ на двух масштабных уровнях: в масштабе конкретного биогеоценоза и в межзональном масштабе.

Результаты и обсуждения

Круговорот вещества и энергии в лесном биогеоценозе представляет собой замкнутую цепь преобразований, в которых ДРГ играют важнейшую роль (рис. 1).

Деятельность ДРГ начинается уже на стадии формирования биомассы древостоя участием в формировании структур древостоев грибов биотрофного комплекса. Далее эти же грибы переходят в стволы текущего древесного опада и валежа и присоединяются к комплексу ксилотрофных грибов, которые доводят древесный отпад до стадии гумуса.

Весь этот процесс в эволюционной динамике сопровождается важнейшими закономерностями, которые определяют роль ДРГ в том числе и как формирующего консорта в деструктивной цепи генезиса лесного сообщества.



Рисунок 1. Участие ДРГ в процессах круговорота вещества и энергии в лесном сообществе

В масштабе конкретного лесного биогеоценоза.

- Закономерность постепенного возрастания деструктивной роли ДРГ в процессе достижения деревьями возраста физиологического старения при ослаблении иммунитета к факторам эндогенного или экзогенного воздействий (табл.).

Таблица. Тенденции пораженности деревьев в возрастных поколениях ДРГ в древостоях разных зон растительности

Лесоводственная характеристика древостоя	Пораженность древостоя, %	Пораженность деревьев в возрастных поколениях, %							
		До 40	41-80	81-120	121-160	161-200	201-240	241-280	281-320 и >
Южная тайга									
8Е2Б+Пх; чер-кис; 0,8; I; Дг- Кл	31	ед.	2	28	35	36	54	62	-
10Е+С,Б; майн-кис; 0,8; II, Кл	17	0	ед.	7	19	21	31	32	-
Средняя тайга									
9Е1Б+Ос; чер; 0,8; III; Дм	21	0	ед.	8	24	27	10	50	-
10Е+Ос,Б; майн-чер; 0,8 II; Дм	10	ед.	12	4	13	20	25	31	-
Северная тайга									
8Е1Б1С; чер-мш; 0,5; Y; Дм	19	0	ед.	3	21	17	20	34	50
8Е2Б+С; чер-мор; 0,5; Y; Дг-Кл	42	0	ед.	13	16	39	43	70	76

Обозначения. Типы леса: чер-кис – чернично-кисличный; май-кис – майниково-кисличный; чер-мш – чернично-мшистый; чер-мор – чернично-морошковый. Фаза динамики: Дм – демутация; Дг – дигрессия; Кл – климакс или близкая к нему.

Зависимость между увеличением возраста деревьев и пораженностью их в возрастных поколениях определяется как очень тесная, функциональная: $r = 0,94$; при $m_r = 0,006$ и $t = 156$.

- Закономерность увеличения активности ДРГ биотрофного комплекса в сукцессионной динамике от фазы демутации к фазе дигрессии, которая характеризуется $r = 0,75$ при $m_r = 0,06$ и $t = 12,5$ – связь высокая, тесная. Содержание ее перекликается с первой закономерностью и заключается в увеличении среднего возраста деревьев по мере их приближении к возрасту распада первых возрастных поколений древостоя и, следовательно, в возрастании пораженности деревьев гнилевыми фаунами.

- Эта же закономерность определяет горизонтальное мозаичное размещение деревьев, относящихся к разным возрастным поколениям, и, как следствие, мозаичное распределение пораженности по площади лесного биогеоценоза, что рассматривается как один из важнейших критериев, формирующих разновозрастность и устойчивость лесных сообществ.



Рисунок 2. Поражённость деревьев в возрастных поколениях ДРГ разновозрастного ельника кислично-щитовникового (южная тайга)

Естественно, в каждом конкретном сообществе (даже рядом расположенном) соотношения деревьев в мозаиках возрастных поколений будут отличаться друг от друга.

В межзональном масштабе

- В лесах естественного формирования основных коренных формаций величины биотрофного поражения древостоев эволюционно обусловлены, имеют определенные, относительно фиксированные величины и связаны с динамическими фазами развития биогеоценозов. Это значит, что на всех этапах сукцессионного развития лесного сообщества участие ДРГ в поражении лесов всегда можно предвидеть и обозначить. Состав ДРГ биотрофного комплекса имеет закономерно определенные параметры как по количественному, так и по видовому разнообразию грибов. Всякие отклонения от этих величин в других лесах тех же формаций связаны с какими-либо рисками.

- В лесах естественного формирования развитый по количеству видов и пищевой специализации ксилотрофный комплекс дереворазрушающих грибов обеспечивает разложение древесного отпада в сроки, согласованные с накоплением биомассы фитоценозом, и протекает в полной согласованности с процессом накопления биомассы автотрофами. При этом осуществляется контроль активности биотрофного поля лесного микоценоза. Это связано с необходимостью сохранения в древостоях древесного отпада как одной из важнейших структур устойчивых лесов.

- Одна из важнейших закономерностей коэволюционной динамики фито- и микоценозов лесов заключается в обязательном изменении структур грибов биотрофного комплекса вплоть до их массового очагового распространения при изменении структур фитоценозов как в результате воздействия эндогенных факторов, так и при экзогенных воздействиях (в том числе антропогенных). В практике это связано с возникновением и развитием массовых эпифитотий и эпизоотий грибных- и энтомовредителей.

- В процессе сукцессионного развития конкретного лесного сообщества состав и структура ДРГ меняются в область выравнивания видового состава грибов, вызывающих коррозионные и деструктивные гнили, что соответствует нормальной активности грибного биотрофного поля ДРГ.

Перечисленные важнейшие закономерности и тенденции совместного функционирования фито- и микоценозов лесных сообществ вполне наглядно определяют роль ДРГ как одного из важнейших консортов леса, выполняющего не только деструктивную функцию, но и функцию формирования структур лесных сообществ.

Summary

The author defines wood-destroying fungi (WDF) as the topmost consort in the processes of destruction and formation of forest communities' structures. The article observes consistent patterns of behavior of WDF in the successional development dynamics of indigenous spruce forests of taiga zone both on the level of specific biogeocenosis and on the inter-zonal level.

Литература

1. Дыренок С. А. Структура и динамика таежных ельников. Л. Наука. – 1984. – 176 с.
2. Стороженко В. Г. Датировка разложения валежа ели // Экология. – № 6. – 1990. – С. 66–69.
3. Стороженко В. Г. Устойчивые лесные сообщества. Теория и эксперимент. М. – Гриф и К. – 2007. – 190 с.
4. Стороженко В. Г., Крутов В. И., Руоколайнен А. В., Коткова В. М., Бондарцева М. А. Атлас-определитель дереворазрушающих грибов лесов Русской равнины. Тула. – ООО «Аквариус». – 2016. – 198 с.

УДК 582.29

ПОПУЛЯЦИОННО-ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ЛИШАЙНИКОВ

Суетина Ю. Г.

Марийский государственный университет, Россия, Йошкар-Ола, suetina@inbox.ru

Популяции у лишайников. Представление о том, что вид живых организмов – совокупность относительно изолированных друг от друга популяций, является сегодня общепризнанным. Популяционная концепция позволила существенно продвинуться в понимании процессов микроэволюции и экологических механизмов, определяющих жизнь растений и животных в природе. Вопрос же о популяционной структуре вида у лишайников только еще начинает обсуждаться [1, 3, 13]. Здесь имеется много неясного и спорного, строго не определенного.

Под популяцией у лишайников понимают локальную группу талломов одного вида, более или менее пространственно отделенных от других таких же групп [13].

Прежде всего, нужно отметить, что в понятии «популяция» речь идет о конкретном виде. Вид у лишайников определяется по микобионту, но обладает особым морфотипом

и, по-видимому, видовым генетическим радикалом. Даже если при половом размножении пути гриба и водоросли расходятся, система вновь воссоздается в следующем поколении. Для существования микобионта и фотобионта подчас нет облигатности симбиоза: водоросли могут существовать самостоятельно, являясь «хорошими» видами; самостоятельное существование лишайниковых грибов – также известное явление, хотя и крайне редкое. Почему бы грибу и водоросли не существовать по отдельности, самостоятельно? Таким образом, хотя для существования микобионта и фотобионта подчас нет облигатности симбиоза, лишайник – облигатный симбионт, воспроизводящий себя в череде поколений в эволюционном времени, обладающий определенной морфологией, географическим ареалом, экологической приуроченностью, другими словами, всеми атрибутами вида.

Единицей, наблюдаемой у лишайников в природе, является слоевище (таллом). Представляет ли собой слоевище один индивидуум (особь) в обычном понимании биолога или это – механическая смесь нескольких индивидуумов (генотипов)? Такого рода механические межвидовые гибриды у лишайников известны [19]. При большой плотности определенного вида лишайника в изучаемом местообитании слоевища могут образовывать обширную куртину (скопление слоевищ), механически проникая друг в друга или просто тесно соприкасаясь, так что оказывается невозможным установить границы отдельных индивидуумов. Если при этом самостоятельность каждого слоевища-особи как функциональной единицы сохраняется, то возникающая сложность в проведении границ между особями – не более чем техническая трудность. В случае микобионта лишайника может, однако, возникать и принципиальная трудность. Если гифы разных слоевищ срастаются, то мы получаем новую особь, генотип которой отличен от генотипов исходных слоевищ. Насколько часто это возможно у разных видов? В разных экологических условиях? Небольшие куртины и даже одно слоевище не всегда являются особями, происходящими от одной диаспоры. Известно, что на начальных этапах онтогенеза два или несколько зачатков слоевища, соприкасаясь, могут сливаться и формировать одно слоевище [23]. Слияние грибных гиф, выросших из нескольких спор, документировано у *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. [19], слияние соредий и образование единого слоевища – у видов *Hypogymnia* и *Physcia* [21]. Разные генотипы грибов могут сосуществовать в одном слоевище *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. [12], *Parmotrema tinctorum* (Delise ex Nyl.) Hale [17]; у *X. parietina* в пределах одного слоевища могут присутствовать и разные генотипы водорослей [11], у *Evernia mesomorpha* Nyl. это наблюдается иногда даже на одной ветви слоевища [20]. Во всяком случае, для многих видов лишайников, выбирая подходящие объекты и подходящие местообитания, сегодня в первом приближении мы можем принимать в качестве единицы наблюдения отдельное слоевище.

Онтогенетический подход. Онтогенез – индивидуальное развитие организма – развернут во времени: от зиготы до смерти индивидуума. На протяжении онтогенеза происходят морфофизиологические преобразования, упорядоченные во времени. Однако одни

и те же морфофизиологические преобразования, характеризующие одинаковый биологический возраст, могут происходить у разных особей одного вида в разном календарном возрасте. Календарный и биологический возраст особи, таким образом, могут не совпадать, хотя они, как правило, тесно скоррелированы. Невозможность установления календарного возраста при проведении исследований в природных популяциях многолетних травянистых растений привела к разработке Т. А. Работновым [4] принципов выделения на основе морфологических признаков последовательных дискретных этапов онтогенеза: периодов (латентного, прегенеративного, генеративного, постгенеративного) и возрастных (онтогенетических) состояний внутри периодов. В настоящее время, после детализации А. А. Урановым [10] и его учениками генеративного периода, у многолетних семенных растений выделяют 12 возрастных состояний.

При изучении популяций лишайников возникают те же проблемы выделения онтогенетически разнокачественных особей в пределах вида. По аналогии с растениями, принципы дискретного выделения возрастных состояний в онтогенезе были использованы при изучении индивидуального развития лишайников. Простым подходом является выделение размерных групп слоевищ, косвенно свидетельствующих о возрасте [14, 16, 18], другой подход – выделение возрастно-некротических групп, в котором одновременно учитываются характеристики развития слоевищ и некроз слоевища [15]; близок к нему подход с выделением функционально-возрастных групп [2].

Изменения того или иного признака под влиянием условий окружающей среды имеют характер приспособлений и могут быть различными на разных этапах онтогенеза. В онтогенезе лишайников мы выделяем: 1. Латентный период – спора гриба (sp). 2. Прегенеративный период: прототаллус (pt) – мицелий гриба, протероталлус (prt) – объединение мицелия гриба с водорослью или зачаток слоевища. Это начальные этапы развития, и их названия даются по Р. Вернеру [22, 23]. Все последующие изменения в онтогенезе лишайников мы рассматриваем, как некие аналогии с онтогенезом растений, и вводим соответствующие названия и их индексные обозначения: ювенильное состояние (j) – слоевище накипной жизненной формы (все лишайники проходят стадию накипного слоевища); имматурное состояние – формирование листоватого слоевища гомеомерной структуры и выроста кустистого слоевища с недифференцированными анатомическими слоями (im_1), листоватого слоевища гетеромерной структуры и кустистого слоевища радиальной структуры (im_2); виргинильное состояние – не полностью (v_1) или полностью (v_2) сформированное слоевище определенной жизненной формы, свойственной виду. 3. Генеративный период: молодое генеративное (g_1), средневозрастное генеративное (g_2), старое генеративное (g_3) онтогенетические состояния. Подразделение генеративного периода на онтогенетические состояния мы проводим на основании изменения строения апотециев и ряда других дополнительно учитываемых качественных морфологических признаков у *X. parietina* [5], *Physcia stellaris* (L.) Nyl., *Ramalina dilacerata* (Hoffm.) Vain., *Leptogium rivulare* (L.) Ach., *Usnea florida* (L.) Weber ex F.H.Wigg.

[8]. Проблематичным оказывается выделение онтогенетических состояний генеративного периода у лишайников, размножающихся преимущественно вегетативно. Основным критерием разделения генеративного периода на онтогенетические состояния, может быть использовано изменение структуры изидий, как у *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf или соралий, как у *Ramalina farinacea* (L.) Ach., *Evernia prunastri* (L.) Ach. [9] *Usnea filipendula* Stirt., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. [7]. Следует подчеркнуть, что начало морфогенеза изидий и соралий не совпадает с началом морфогенеза апотециев. Если на слоевище отсутствуют апотеции, и выделение онтогенетических состояний проведено по морфогенезу изидий и соралий, такие слоевища мы называем потенциально генеративными (g_1v , g_2v , g_3v). 4. Постгенеративный период: субсенильные (ss) и сенильные (s) онтогенетические состояния. Апотеции отсутствуют. Следует заметить, что сенильные слоевища у ряда эпифитных лишайников встречаются крайне редко. Одна из вероятных причин этого – отрыв слоевища от коры дерева и его разрушение на почве и снеговом покрове. Онтогенез может завершаться и в g_3 состоянии, что является обычным явлением для *L. rivulare*, слоевища которого растут на периодически затопляемых весной основаниях деревьев в поймах рек. Сокращение продолжительности онтогенеза до g_3 состояния наблюдается в антропогенных условиях, например, у *X. parietina* [5] и *P. stellaris* [6].

Искренне признательна проф. Н. В. Глотову за обсуждение настоящей работы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 16-04-0119 а).

Summary

The question on populations at lichens is discussed. Concept of discrete description of plant ontogenesis was applied for foliose and fruticose epiphytic lichens possessing both vegetative and sexual reproduction.

Литература

1. Глотов Н. В., Суетина Ю. Г. О популяциях у лишайников // Регионология. Прил. № 6. – 2005. – С. 224–230.
2. Михайлова И. Н. Анализ субпопуляционных структур эпифитных лишайников (на примере *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) // Вест. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского. Сер. Биология. – 2005. – Вып. 1 (9). – С. 124–134.
3. Михайлова И. Н. Популяционная биология лишайников: проблемы и перспективы // Методы популяционной биологии: Сб. матер. VII Всерос. популяционного семинара. Ч. 2. Сыктывкар. – 2004. – С. 96–101.
4. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М. – 1950. – Вып. 6. – С. 7–204.
5. Суетина Ю. Г. Онтогенез и структура популяции *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в различных экологических условиях // Экология. – 2001. – № 3. – С. 203–208.
6. Суетина Ю. Г. Структура популяции эпифитного лишайника *Physcia stellaris* (L.) Nyl.

- на территории г. Йошкар-Олы // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. – № 3 (2). – С. 796–798.
7. Суетина Ю. Г., Глотов Н. В. Изменчивость признаков в онтогенезе эпифитного лишайника *Nurogymnia physodes* (L.) Nyl. // Онтогенез. – 2014. – Т. 45. – № 3. – С. 201–206.
 8. Суетина Ю. Г., Глотов Н. В. Онтогенез и морфогенез кустистого лишайника *Usnea florida* (L.) Weber ex F.H.Wigg. // Онтогенез. – 2010. – Т. 41. – № 1. – С. 1–8.
 9. Суетина Ю. Г., Ямбердова Е. И. Онтогенез и возрастно-виталитетная структура популяции лишайника *Evernia prunastri* (L.) Ach. // Вестник Удмуртского государственного университета. Сер. Биология. Науки о Земле. – 2010. – Вып. 3. – С. 44–52.
 10. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
 11. Dal Grande F., Widmer I., Wagner H. H., Scheidegger C. // Vertical and horizontal photobiont transmission within populations of a lichen symbiosis // *Molecular Ecology*. – 2012. – V. 21. – № 13. – P. 3159–3172.
 12. DePriest P. T. Small subunit rDNA variation in a population of lichen fungi due to optional group-I introns // *Gene*. – 1993. – V. 134. – P. 67–74.
 13. Fahselt D. *Individuals, populations and population ecology*. Cambridge. – 1996. – P. 181–198.
 14. Golm G. T., Hill P. S., Wells H. Life expectancy in a Tulsa cemetery: growth and population structure of the lichen *Xanthoparmelia cumberlandia* // *Am. Mid. Nat.* – 1993. – V. 129. – P. 373–383.
 15. Goudie R. I., Scheidegger C., Hanel C., Munier A., Conway E. New population models help explain declines in the globally rare boreal felt lichen *Erioderma pedicellatum* in Newfoundland // *Endangered Species Research*. – 2011. – V. 13. – P. 181–188.
 16. Hestmark G., Skogesal O., Skullerud Ø. Growth, population density and population structure of *Cetraria nivalis* during 240 years of primary colonization // *Lichenologist*. – 2005. – V. 37. – № 6. – P. 535–541.
 17. Mansournia M. R., Wu B., Matsushita N., Hogetsu T. Genotypic analysis of the foliose lichen *Parmotrema tinctorum* using microsatellite markers: association of mycobiont and photobiont, and their reproductive modes // *Lichenologist*. – 2012. – V. 44. – № 3. – P. 419–440.
 18. Merinero S., Martinez I., Rubio-Salcedo M. *Lobaria scrobiculata*, a threatened species: insight population dynamics // *Lichens: from genome to ecosystems in a changing world*. Book of abstracts. The 7th Symposium of the International Association for Lichenology. Ramkhamhaeng University Press, Bangkok, Thailand. – 2012. – P. 8.
 19. Ott S. Reproductive strategies in lichens // *Bibl. Lichenol.* – 1987. – V. 25. – P. 81–93.
 20. Piercey-Normore M. D. The lichen-forming ascomycete *Evernia mesomorpha* associates with multiple genotypes of *Trebouxia jamesii* // *New Phytologist*. – 2006. – V. 169. – P. 331–344.

21. Schuster G., Ott S., Jahns H. M. Artificial cultures of lichens in the natural environment // *Lichenologist*. – 1985. – V. 17. – P. 247–253.
22. Werner R. G. Histoire de la synthèse lichénique // *Mem. Soc. Sci. nat. du Maroc*. – 1931. – V. 27. – 45 p.
23. Werner R. G. Une union singulière dans le Monde végétal // *Bull. Acad. Soc. Lorr. Sci.* – 1965. – V. 5. – P. 103–122.

УДК 579:582.28:620.193.8

МИКОБИОТА ПОВРЕЖДЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ

Трепова Е. С., Попихина Е. А.

Федеральный центр консервации библиотечных фондов РНБ, Россия, Санкт-Петербург,
k.trepova@gmail.com, fcc@nlr.ru

Биоповреждение материалов как природного, так и антропогенного происхождения является одной из наиболее актуальных научно-практических проблем в современном мире. Очаги биологических повреждений строительных и отделочных материалов при эксплуатации зданий и сооружений возникают из-за протечек кровли, проникновения влаги через стены, нарастания культурного слоя вокруг фундаментов и стен, нарушения их гидроизоляции, плохих водостоков и отмостков, выведения из строя вентиляционных каналов и дренажных систем и нестабильного микроклимата помещений.

В работе представлены результаты обследования 56 общественных зданий из 42 городов РФ (национальные, областные, региональные и районные библиотеки, а также архивы и музеи), конструктивные элементы которых в той или иной степени были подвергнуты воздействию влаги и микроорганизмов. Всего отобрано 194 пробы с поврежденных участков строительных конструкций и воздуха помещений.

Влажность стен определяли с помощью электронного измерителя влажности «Влагомер-МГ 4». При нормальном состоянии здания, в соответствии с СП 28.13330.2012 [2], допустимые значения влажности строительных конструкций составляют не более 2 %–6,5 % в зависимости от вида материала. Для оценки микробиологического состояния строительных материалов отбирали пробы методом соскоба с последующим высевом на твердую питательную среду Чапека-Докса. Количество микроскопических единиц в воздухе определяли седиментационным методом, количество колониеобразующих единиц на чашке Петри пересчитывали в КОЕ/м³ по формуле В. Л. Омелянского. Чашки Петри инкубировали в термостате при температуре (29±2) °С в течение 7–10 суток. Микроскопические единицы идентифицировали на основании морфолого-культуральных особенностей, используя определители отечественных и зарубежных авторов. Для оценки

видового разнообразия вычисляли частоту встречаемости (модифицированным методом Мирчинк Т. Г.), индекс разнообразия и выровненность обилия видов по Шеннону, индекс разнообразия Симпсона. Сравнение видового состава микромицетов, выделенных из строительных материалов, с микобиотой воздушной среды помещений проводили с помощью четырех индексов сходства: классических индексов Сёренсена (качественный) и Жаккара, количественного индекса Сёренсена и индекса Мориситы-Хорна [1].

Большинство поверхностей стен обследованных помещений, согласно строительным нормам, имели I степень биоповреждения, реже — II степень и только два хранилища имели III степень биоповреждения [2]. Влажность стен на обследуемых участках находилась в диапазоне от 1 до 80 %, содержание микроорганизмов в исследуемых материалах варьировалась от 0 до 650 000 КОЕ/г, воздухе помещений — от 0 до 4600 КОЕ/м³.

Ранжированные значения абсолютной влажности стен, зараженности строительных материалов и воздуха помещений представлены на рисунках 1 и 2. Диапазоны влажности стен определяли в соответствии с СП 28.13330.2012, зараженности воздуха — в соответствии с европейским стандартом качества воздуха внутри помещений [4].

Более половины поверхностей, абсолютная влажность которых не превышала 2 %, не имели биологического повреждения. С увеличением влажности строительных конструкций доля материалов без биоповреждений снижалась (рисунок 1), а доля образцов с высоким (> 10000÷50000 КОЕ/г) и экстремально-высоким содержанием микромицетов (> 50000 КОЕ/г) — увеличивалась.

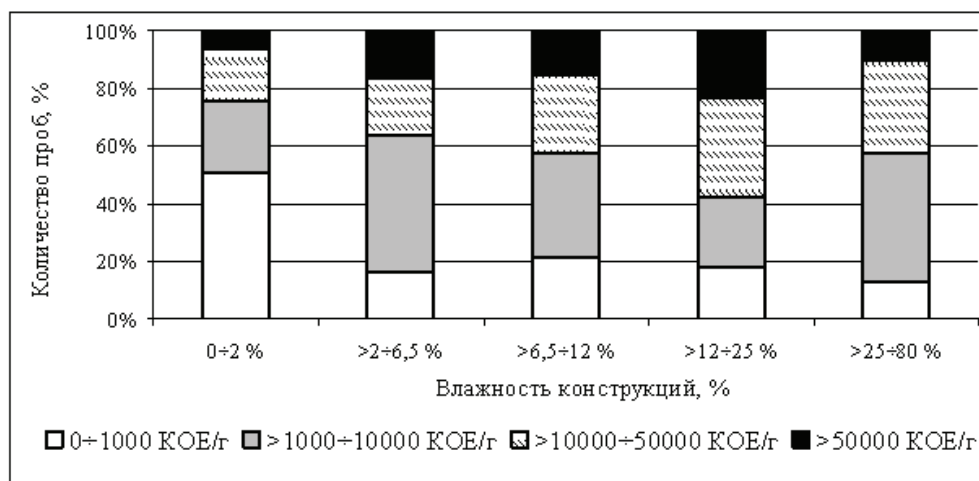


Рисунок 1. Количество проб строительных материалов (%) с различной степенью зараженности микромицетами в зависимости от абсолютной влажности ограждающих конструкций

С увеличением зараженности (КОЕ/г) строительного материала уменьшалась доля помещений с низкой зараженностью воздуха (до 25 КОЕ/м³) и возрастала с содержанием микроорганизмов от 25 до 500 КОЕ/м³ (рисунок 2).

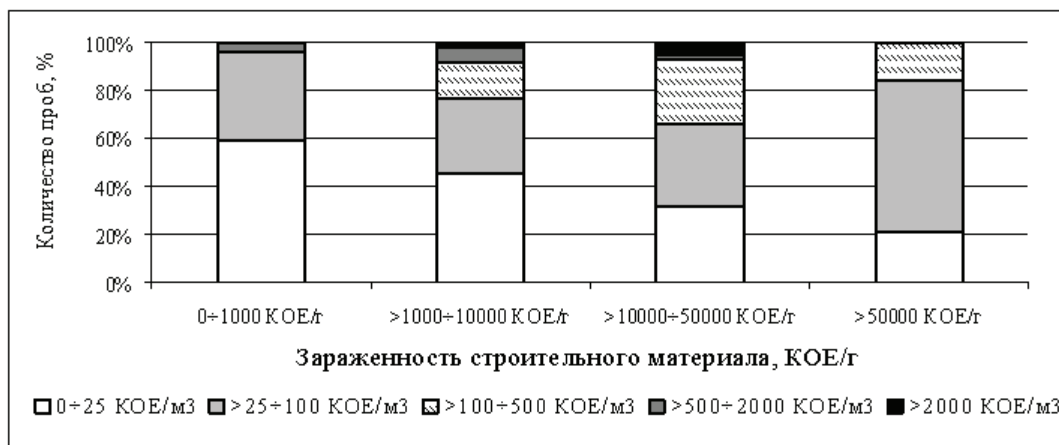


Рисунок 2. Количество проб (%) различной степени зараженности воздуха в помещениях в зависимости от зараженности строительного материала

Из образцов штукатурки, красочного слоя, кирпичной кладки, стяжки и связующего раствора выделены микромицеты 51 вида, относящиеся к 22 родам, из воздушной среды помещений — 71 вид, относящийся к 29 родам. Наибольшим числом видов среди контаминантов строительных материалов и воздуха помещений представлены роды *Penicillium* (18 и 23 вида соответственно) и *Aspergillus* (9 и 13 видов соответственно). Среди контаминантов строительных материалов и воздушной среды помещений род *Acremonium* представлен 4 и 2 видами, *Cladosporium* — 4 и 2 видами, *Fusarium* в комплексе микромицетов строительных материалов представлен 3 видами, а в воздухе помещений — не обнаружен. Остальные роды представлены одним-двумя видами.

На поверхности конструкций доминировали представители родов *Penicillium* (85 %) и *Aspergillus* (77 %), часто встречались грибы из родов *Trichoderma* (12 %), *Acremonium* (9 %), *Cladosporium* (6 %), *Chaetomium* (5 %) и *Paecilomyces* (4 %) (рисунок 3).

В воздухе помещений с биоповреждениями преобладали представители родов *Cladosporium* (40 %), *Penicillium* (34 %) и *Aspergillus* (26 %), часто встречались микромицеты из родов *Alternaria* (12 %), *Trichoderma* (5 %), *Torula* (4 %) (рисунок 4). На долю дрожжеподобных грибов и бактерий приходилось всего около 1 % в воздухе, тогда как в строительных материалах — 23 %.

Значения индексов Шеннона комплексов микромицетов строительных материалов и воздушной среды помещений с биоповреждениями (3,34 и 3,25 соответственно), выровненности обилий видов (0,83 и 0,75) и обратной формы индекса Симпсона (20,0 и 11,6) свидетельствуют о значительном видовом разнообразии микромицетов в обоих исследуемых сообществах. Данные показатели выше для микобиоты строительных материалов с биодеструкцией, чем для воздушной среды помещений, где эти материалы были обнаружены, тогда как сравнение сообществ по видовому богатству дает противоположную картину. Относительно невысокие значения индекса Симпсона (D) свидетельствуют об отсутствии сильного доминирования одного или нескольких видов, что подтверждается структурой

комплексов доминирующих и часто встречающихся видов, полученных при помощи кластерного анализа на основе пространственной частоты встречаемости (таблица 1).

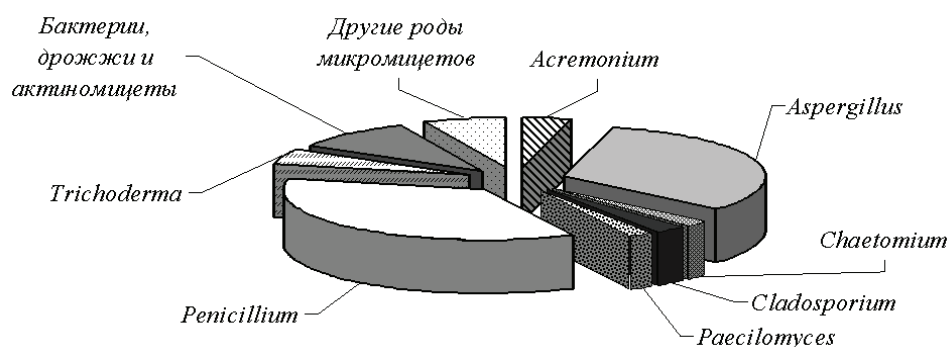


Рисунок 3. Доля родов микромицетов (%) в образцах строительных материалов

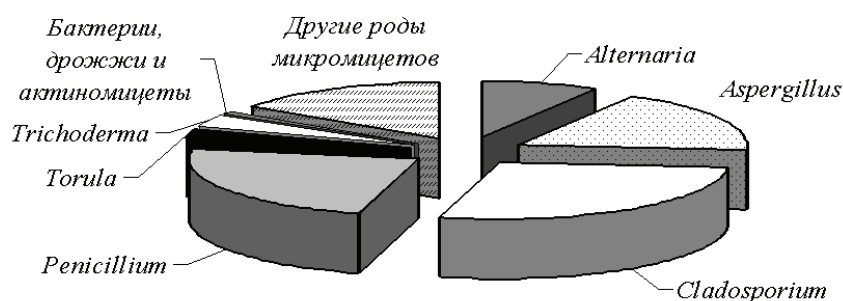


Рисунок 4. Доля родов микромицетов (%) в воздушной среде помещений

Анализ β -разнообразия исследуемых сообществ показал существенное видовое различие исследуемых сообществ: коэффициент Жаккара составил 0,44, качественный коэффициент Сёренсена — 0,61, количественный коэффициент Сёренсена — 0,25, индекс Мориситы-Хорна — 0,42. Это может объясняться как обилием редких и случайных видов, так и тем, что далеко не все микромицеты способны активно развиваться в условиях ограниченного количества питательных веществ.

Таблица. Структура комплексов доминирующих и часто встречающихся видов микромицетов, выделенных из поврежденных строительных материалов и воздушной среды помещений

Материал с биоповреждением	Воздух помещений
Доминирующие виды	
—	Cladosporium cladosporioides (Fresen.) G.A. de Vries
Часто встречающиеся виды	
—	Alternaria alternata (Fr.) Keissl.
—	Aspergillus flavus Link
Aspergillus niger Tiegh.	—

<i>Aspergillus ochraceus</i> G. Wilh.	—
—	<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab
<i>Penicillium commune</i> Thom	<i>Penicillium commune</i> Thom
<i>Penicillium cyclopium</i> Westling	<i>Penicillium cyclopium</i> Westling
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	<i>Trichoderma viride</i> Pers.

При появлении в помещениях очагов биоповреждения необходимо учитывать, что ядро микобиоты обоих сообществ полностью состоит из условно-патогенных и аллергенных видов [3], кроме того, в состав комплекса часто встречающихся видов в воздухе помещений с биоповреждением входит *Aspergillus flavus*, присутствие которого во внутренней среде помещений недопустимо [5].

Summary

Comparative analysis of mycobiota of building materials and indoor air mycobiota has been carried out. Samples have been taken in 56 public buildings in 42 the cities of Russia. The dependence of contamination of buildings materials on their moisture content and the dependence of air contamination on contamination of buildings materials have been determined. Biodiversity of studied communities has been determined by the frequency of occurrence, Shannon and Simpson indexes, species evenness, Jaccard similarity coefficient, Sorensen indexes (qualitative and quantitative) and Morisita's overlap index.

Литература

1. Мэриган Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. – 184 с.
2. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11–85.
3. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М. Мир, 2001. 468 с.
4. American Industrial Hygiene Association. Biohazards reference manual / Biosafety Committee. Washington, 1989. 57 p.
5. Commission of the European Communities (CEC): Indoor Air Quality and Its impact on Man. Report No. 12. Biological Particles in Indoor Environment. Luxemburg, 1993. 88 p.

УДК 579:582.28:620.193.82

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ МИКРОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ С КОЖИ ПЕРЕПЛЕТОВ

Хазова С. С., Великова Т. Д., Лебедева Е. В.

Федеральный центр консервации библиотечных фондов РНБ, Россия

Переpleты большого количества документов, хранящихся в редких фондах библиотек, выполнены, чаще всего, из кожи. При неудовлетворительных условиях в книгохранилищах

в первую очередь повреждаются именно они, так как кожа переплета, а также его клеевой компонент представляют собой благоприятную среду для развития микроорганизмов.

Переплет документа служит для защиты книжного блока от повреждений, поэтому он первый воспринимает из внешней среды неблагоприятные воздействия. В обычных условиях книгохранилищ переплеты первыми воспринимают влагу из воздуха, а во внутренних части книги она проникает позже. Поэтому при повышении в книгохранилищах относительной влажности воздуха вероятность прорастания спор на переплетах очень велика. К тому же кожа переплета содержит влаги больше, чем книжный блок. При относительной влажности воздуха, равной 80 %, влажность кожи составляет от 18 до 28 %, в то время как у бумаги – всего 9–14 %. Практически это выражается в том, что при относительной влажности воздуха в помещении, достигающей 60–70 %, в книгах еще нет плесени, но на переплетах уже появляются легкие налеты микромицетов. Таким образом, плесневение переплетов вызывается прежде всего самыми нетребовательными к влаге видами, способными прорасти при сравнительно низкой влажности воздуха.

Повышенная запыленность помещения также приводит и к запыленности переплетов. Частицы пыли способствуют скоплению и развитию на переплетах спор микромицетов.

Неровная, шероховатая поверхность кожаных переплетов способствует прикреплению спор грибов, находящихся в воздухе. Влага и загрязнения, задерживающиеся в кожаном рельефе, позволяют спорам прорасти.

Целью исследования являлось изучение видового состава микромицетов на поверхности кожи переплетов документов, хранящихся в фондах библиотек России и Российской национальной библиотеки.

В течение двух лет проводилось обследование микробиологического состояния кожаных переплетов книг. Всего обследовано 9 фондов Российской национальной Библиотеки, редкие фонды 14 библиотек России: Национальные библиотеки республик Коми, Тыва, Якутия, Башкирия, краевые библиотеки Перми, Алтай, областные библиотеки Волгограда, Липецка, Мурманска, Калуги, Тюмени, Петропавловска-Камчатского, Астрахани, Новосибирска и редкий фонд Национальной библиотеки республики Абхазия. Пробы отбирали с документов, содержащих элементы из кожи (переплет, корешок, вставки). Переплеты документов находились в различном состоянии: не имеющие повреждений, обнаруживаемых визуально, имеющие незначительные или сильные механические повреждения, загрязнения различного характера (пятна, затеки, пыль), микробиологическое поражение (налеты спор, следы жизнедеятельности микромицетов). Механические повреждения были различными: обрывы корешка, переплета, частичная утрата лицевого слоя кожи переплета (трещины, потертости), полная утрата лицевого слоя кожи переплета (обнажение бахтармы).

Пробы отбирали методом отпечатков. На поверхность элементов документа, выполненных из кожи, прикладывали влажные стерильные диски фильтровальной бумаги площадью 0,09 дм². Затем диски той стороной, которая соприкасалась с поверхностью

исследуемого документа, помещали на агаризованную питательную среду Сабуро в чашках Петри на 1 час, затем удаляли. Чашки выдерживали в термостате в течение 7–10 суток при температуре 26 °С. Частоту встречаемости определяли по модифицированному методу Мирчинк Т. Г. Идентификацию микромицетов проводили на основании культурально-морфологических признаков.

Всего было обследовано 387 документов, на 214 из них обнаружены жизнеспособные споры микромицетов. Микромицеты в основном были выделены с переплетов, имеющих повреждения и загрязнения (80%). На сильно загрязненной или пыльной поверхности во всех пробах были обнаружены жизнеспособные микромицеты.

Выделенные с поверхности кожи изоляты микромицетов были представлены 41 видом из 16 родов (таблица 1). Самое большое количество видов принадлежало к роду *Penicillium* (19) и *Aspergillus* (8). Остальные роды представлены 1–2 видами. Наибольшая частота встречаемости отмечена у трех микромицетов: *Aspergillus ustus* (9,16 %), *Aspergillus niger* (8,43 %), *Penicillium cycloporium* (6,09 %). Данные микромицеты встречались на поверхности кожи переплетов в 50 % обследованных хранилищ.

Не обнаружено четкой зависимости между содержанием микромицетов в воздухе и на поверхности переплетов.

Только один раз с поверхности кожи были выделены 11 микромицетов: *Acremonium charticola*, *Alternaria humicola*, *Aspergillus oryzae*, *Oospora lutea*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium hordei*, *Penicillium jensenii*, *Penicillium oxalicum*, *Phoma herbarum*, *Stachybotrys species*, *Ulocladium consortiale*.

Частота встречаемости больше единицы была у 14 грибов, около единицы – у пяти.

Trichoderma viride, являющийся активным деструктором бумаги, был обнаружен только в 2 пробах на 2 документах.

Таблица 1. Частота встречаемости микромицетов, выделенных с кожи переплетов

№ культуры	Виды микромицетов	Частота встречаемости, %
1	<i>Acremonium charticola</i> (Lindau) W. Gams	0,24
2	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl	4,34
3	<i>Alternaria humicola</i> Oudem	0,24
4	<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud	0,72
5	<i>Aspergillus flavus</i> Link	0,72
6	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen	1,20
7	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh	8,43
8	<i>Aspergillus oryzae</i> (Ahlb.) Cohn	0,24
9	<i>Aspergillus silvaticus</i> Fennell & Raper	0,48
10	<i>Aspergillus sydowii</i> (Bainier & Sartory) Thom & Church	0,48
11	<i>Aspergillus ustus</i> (Bainier) Thom & Church	9,16
12	<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab	1,44
13	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	0,96

14	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	1,92
15	<i>Fusarium macroceras</i> Wollenw. & Reinking	0,96
16	<i>Mucor plumbeus</i> Bonord	1,44
17	<i>Oospora lutea</i> Kamyschko	0,24
18	<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier	1,20
19	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	0,24
20	<i>Penicillium canescens</i> Sopp	1,20
21	<i>Penicillium commune</i> Thom	0,96
22	<i>Penicillium cyclopium</i> Westling	6,02
23	<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	1,69
24	<i>Penicillium herquei</i> Bainier & Sartory	0,48
25	<i>Penicillium hordei</i> Stolk	0,24
26	<i>Penicillium jensenii</i> K.M. Zaleski	0,24
27	<i>Penicillium lanosum</i> Westling	1,92
28	<i>Penicillium lanosoviride</i> Thom	1,44
29	<i>Penicillium miczynskii</i> K.M. Zaleski	0,48
30	<i>Penicillium notatum</i> Westling	1,20
31	<i>Penicillium ochrochloron</i> Biourge	1,44
32	<i>Penicillium oxalicum</i> Currie & Thom	0,24
33	<i>Penicillium purpureogenum</i> Stoll	0,48
34	<i>Penicillium roqueforti</i> Thom 1906	0,48
35	<i>Penicillium simplicissimum</i> (Oudem.) Thom	2,90
36	<i>Penicillium terrestre</i> C.N. Jensen	0,48
37	<i>Penicillium variable</i> Sopp	2,65
38	<i>Phoma herbarum</i> Westend	0,24
39	<i>Stachybotrys species</i>	0,24
40	<i>Trichoderma viride</i> Pers.	0,48
41	<i>Ulocladium consortiale</i> (Thüm.) E.G. Simmons	0,24

Из приведенных выше трех микромицетов только *Penicillium cyclopium* относится к микромицетам, часто встречающимся в воздухе хранилищ. Его частота встречаемости составляла 11,81 % [1,2]. *Aspergillus niger* является одним из часто встречающихся микромицетов на поверхности документов. Его частота встречаемости – 15,99 % [2].

В ранее проведенных исследованиях было установлено, что одним из основных деструкторов кожи является *Aspergillus ustus*, который был выделен при естественном заражении кожи, хранящейся в неблагоприятных условия [3]. Следующим этапом работы было определение степени потребления кожи тремя микромицетами, часто встречающимися на переплетах, – *Aspergillus ustus* (9,16), *Aspergillus niger* (8,43), *Penicillium cyclopium* (6,02).

Для определения степени потребления кожи грибами использовали газовую хроматографию: оценивали количество выделяемого углекислого газа, который является конечным продуктом разложения материала. Количество CO₂ определяли на газовом хроматографе “Mega series” фирмы Carlo Erba.

Результаты, представленные в таблице 2, свидетельствуют о том, что все три

исследованные микромицеты способны активно использовать кожу в качестве единственного источника углерода и энергии.

Таблица 2. Образование углекислого газа микромицетами в процессе культивирования на современной переплетной коже.

Культура	Максимальная концентрация CO ₂ , %	Потеря массы, определенная весовым методом, Δm, %
<i>Aspergillus niger</i>	11,7±0,23	1,27±0,04
<i>Aspergillus ustus</i>	12,67±0,30	1,30±0,02
<i>Penicillium cyclopium</i>	15,23±0,41	3,51±0,02

Самой большой деструктивной активностью обладал *Penicillium cyclopium*. Максимальное образование углекислого газа при росте данного микромицета на коже была более 15 %. За четыре месяца испытаний потеря массы образца кожи составила 3,5 %.

Несмотря на то, что не обнаружено зависимости между количеством микромицетов в воздухе и на поверхности переплётков, следует учесть, что *Penicillium cyclopium* постоянно присутствует в воздухе хранилищ РНБ и регулярно выделяется из проб воздуха других библиотек, поэтому он может представлять потенциальную опасность для документов, в частности, для элементов из натуральной кожи.

Summary

Species composition of microbiota on the surface of leather-bound documents stored in libraries was investigated. A total of 387 documents were examined. On 214 among them the viable spores of micromycetes were found out. The isolates represented 41 species of 16 genera.

The highest frequency was observed for three micromycetes: *Aspergillus ustus* (9,16 %), *Aspergillus niger* (8,43 %), *Penicillium cyclopium* (6,09 %). It is testified that these micromycetes are active leather destructors and capable to destroy up to 3,5 % of the material for 130 days in humid conditions.

Литература

1. Микроскопические грибы в воздушной среде Санкт-Петербурга/ Под редакцией М. А. Бондарцевой. СПб., Химиздат. 2012. 215с.
2. Трепова Е. С. Системный подход при выборе биоцидных препаратов, поврежденных микромицетами: автореф. дисс.... канд. техн. наук: 03.01.06. СПб., 2011г. 18с.
3. Хазова С. С., Розен Т. А., Великова Т. Д. Микрофлора кожи переплетов книг, находящихся в неблагоприятных условиях в течение длительного времени // Сохранность и доступность культурных и исторических памятников. Современные подходы. Материалы VI международной научно-практической конференции. 20–22 октября 2009г. Санкт-Петербург, 2010. С. 305–311.

ГРИБЫ-МИКРОМИЦЕТЫ В СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Халдеева Е. В., Глушко Н. И., Лисовская С. А., Баязитова А. А., Паршаков В. Р.
ФБУН «Казанский научно-исследовательский институт эпидемиологии и
микробиологии» Роспотребнадзора, Казань, Россия, mycology-kazan@yandex.ru

Практически повсеместное распространение грибов-микромикетов в окружающей среде делает неизбежным их контакт с человеком. Антропогенное воздействие на окружающую среду приводит к значительным изменениям микобиоты. На урбанизированных территориях отмечается заметное увеличение присутствия потенциально патогенных микромикетов, обусловленное специфическими экологическими особенностями городской среды [1]. Антропогенные экосистемы, в частности, современные города, существенно отличаются от ненарушенных природных экосистем по климатическим, физико-химическим свойствам почв и атмосферы, наличию большого числа сооружений из искусственных материалов, а также объектов, способствующих загрязнению окружающей среды органическими отходами и токсичными соединениями.

В последние годы внимание исследователей привлек факт потенциальной опасности грибов для населения городов. Одним из направлений исследований стала оценка распространения потенциально опасных грибов в окружающей среде, обусловленная, в том числе, поисками причин «синдрома больного здания» (sick building syndrome), а также building-related illnesses. Одной из возможных причин «синдрома больного здания» считают микогенную контаминацию помещений, в частности, в виде биоаэрозоля, включающего в себя споры грибов, их метаболиты, в т. ч. микотоксины, летучие органические соединения, β -(1,3)-глюкан. Проведенные в ряде стран исследования подтверждают, что во многих зданиях и сооружениях зараженность помещений микроорганизмами превышает предельно допустимые уровни в несколько десятков и даже сотен раз, что представляет угрозу для здоровья населения. При детальном рассмотрении среди микроскопических грибов, обнаруживаемых в помещениях, можно выделить виды, которые могут обладать патогенными, аллергенными, микотоксигенными и биоразрушающими свойствами.

Важными факторами, способствующими росту грибковой контаминации помещений, являются повышенная влажность, слабая вентиляция и наличие в составе строительных и отделочных материалов органических веществ, являющихся питательной средой для биодеструкторов, а также загрязнение атмосферы газами SO_2 , CO_2 , NO_2 , NH_3 вследствие производственной деятельности либо антисанитарных условий (гниение бытовых отходов и т. п.). Накоплению микроскопических грибов могут способствовать также современные оконные конструкции, снижающие воздухообмен в помещениях, использование кондиционеров, в ряде случаев приводящее к нагнетанию спор грибов в по-

мещение [2]. Следует отметить, что в помещениях обычно представлен весьма широкий спектр микроскопических грибов, среди которых могут быть аллергенные, патогенные, микотоксигенные и биоразрушающие виды, однако развитие того или иного вида определяется условиями содержания помещения.

Исследования, проводимые лабораторией микологии КНИИЭМ на протяжении последних лет, позволили выявить некоторые особенности в развитии грибковых сообществ в жилых помещениях и общественных зданиях, а также в городских почвах.

Проведено микологическое исследование 20 проб почв городских территорий с высоким уровнем антропогенной нагрузки, также обследованы 8 социально-культурных объектов и 60 квартир, расположенных в домах современной постройки.

Почвы урбанизированных территорий, особенно с высоким уровнем антропогенной и техногенной нагрузки, отличаются по своим свойствам от фоновых почв. Большее содержание органических веществ, тяжелых металлов, изменение pH создает в городских почвах благоприятные условия для развития потенциально патогенных грибов-микромитозов. Так, в придорожных зонах автомагистралей отмечается высокий уровень присутствия темноокрашенных грибов [1,3]. Проведенное исследование почв участков, расположенных вдоль автомагистралей г. Казани выявило присутствие разнообразных видов грибов (рис.1).

Полученные результаты подтверждают повышение частоты встречаемости темноокрашенных грибов (например, *Aspergillus*, *Alternaria* и др.) в почвах территорий с повышенным уровнем антропогенной нагрузки, по сравнению с фоновыми почвами. Многие из выявленных в почвах видов грибов обладают выраженным аллергенным действием, а некоторые способны также вызывать заболевания человека. Распространение конидий потоками воздуха приводит к их неизбежному проникновению в воздушную среду городских зданий, способствуя росту уровня микогенной контаминации.

Санитарно-гигиеническое состояние социальных объектов, в т. ч. детских садов, школ, культовых сооружений, учреждений культуры оказывает большое влияние на состояние здоровья людей, пребывающих в этих зданиях длительное время. Проведенные исследования показывают, что существенное ухудшение микологического состояния этих объектов чаще всего происходит вследствие протечек или нарушения тепло/гидроизоляции стен. Микологическое обследование 8 объектов (детского сада, концертного зала, Дома ветеранов, консерватории, центра досуга, двух мечетей и собора), показало, что при общем благополучном состоянии этих объектов в очагах биодеструкции отмечалось присутствие таких видов, как *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Acremonium atra*, *Paecilomyces variotii*, *Trichotecium roseum*, *Acremonium* spp., *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. При этом в воздухе обследованных помещений преобладали *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp.

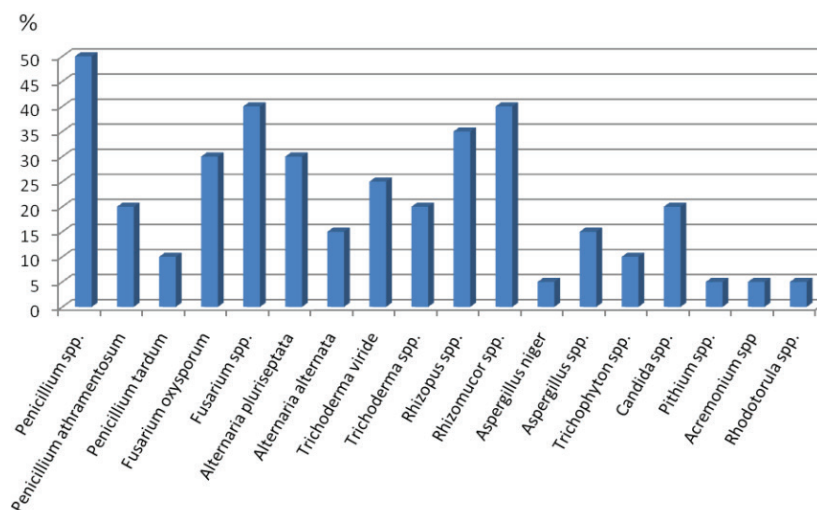


Рисунок. Микобиота почв городских территорий с высоким уровнем антропогенной нагрузки

Согласно данным ВОЗ, жители современных городов проводят в помещениях более 50 % времени, а некоторые группы населения, такие как маленькие дети и люди пожилого возраста, находятся дома 90 % времени и даже больше. В связи с этим проблема качества микологической обстановки жилых помещений и ее влияния на здоровье человека требует серьезного внимания. Обследование воздуха жилых помещений с очагами грибковой биодеструкции выявило преобладание различных видов рода *Penicillium* spp. (100 %), в том числе *P.chrysogenum* (53,3 %), *P.tardum* (40 %), *P.funiculosum* (20%). Грибы рода *Aspergillus* были обнаружены в 80 % квартир, причем чаще всего отмечалось присутствие в воздухе *Aspergillus terreus* (43,3 %) и *Aspergillus niger* (50 %). Обследование очагов биоповреждения в жилых помещениях современной постройки показало, что облигатной микобиотой, в основном, являются виды *Penicillium chrysogenum* (40 %), *Rhizopus stolonifer* (46, 7%), *Aspergillus niger* (50 %), которые обнаруживаются в количестве 10^2 – 10^3 КОЕ/ дм². Эти же виды выявляются и в очагах, но в несколько большем количестве (до 10^5 КОЕ/дм²). Кроме того, в очагах биодеструкции часто отмечают *Acremonium* spp. (53,3 %), *Alternaria alternata* (40 %), *Penicillium funiculosum* (23, 3%) и *Acremoniella* spp. (43,3 %), в том числе *Acremoniella atra* (23,3%). Несколько реже в обследованных квартирах выявлялись виды *Aspergillus terreus* (20,0 %), *Fusarium verticilloides* (13,3 %), *Cladosporium* spp. (16,7 %), *Chaetomium globosum* (6,7 %), *Penicillium brevicompactum* (6,7 %), *P.tardum* (15,2 %), *P.expansum* (13 %), а также *Fusarium* spp. (16,7 %), в том числе *F.oxysporum* (6,7 %).

Общими рекомендациями для борьбы с очагами грибковых поражений являются: устранение причин замкания, в частности, строительных дефектов; утепление и герметизация швов и откосов, просушивание и налаживание вентиляции в сочетании с проти-

вогрибковой обработкой помещения. Для такой обработки предлагается широкий спектр препаратов, характеристики которых (в т. ч. противогрибковая и бактерицидная активность, токсичность, способность сохраняться на поверхности) могут значительно различаться, что требует селективного подхода при разработке рекомендаций.

Таким образом, экологические особенности городской среды влияют на качественный состав микобиоты, а особенности жизни в современных городах могут способствовать усилению влияния грибов на организм человека, что подтверждает необходимость контроля микологической обстановки в современных городах.

Summary

Features of the urban environment contribute to changes in the composition of mycobiota compared to undisturbed natural areas. The paper presents the results of mycological researches of soils of urban territories with high level of anthropogenic load, as well as comprehensive mycological examination of 8 social and cultural facilities and 60 dwellings. It was shown increased incidence of dark-coloured fungi (e.g., *Aspergillus*, *Alternaria*, etc.) in the soils of the territories with a high level of anthropogenic load, compared to the background soils. In the air of social and cultural facilities and residential premises, noted the predominance of *Penicillium* spp. (100% of samples), *Aspergillus* spp. (80%), and in the points of biodegradation - *Acremonium* spp. (53,3%), *Alternaria alternata* (40,0%), *Penicillium funiculosum* (23,3%) and *Acremoniella* spp. (43,3%).

Литература

1. Марфенина О. Е., Фомичева Г. М. Потенциальные патогенные мицелиальные грибы в среде обитания человека. Современные тенденции. // Микология сегодня / Под ред. Ю. Т. Дьякова, Ю. В. Сергеева. – Том 1. – М.: Национальная академия микологии, 2007. – С.235–266.
2. Биоповреждения больничных зданий и их влияние на здоровье человека. / Под ред. А. П. Щербо, В. Б. Антонова. – СПб МАПО, 2008. – 232 с.
3. Иванова А. Е., Марфенина О. Е., Суханова И. И. Функциональное разнообразие микроскопических грибов в городских почвах разного возраста формирования // Микология и фитопатология. – 2008. – Т. 42, – № 5. – С. 450–460.

**PERONOSPORA COROLLAE TRANZSCHEL –
НОВЫЙ ВИД ГРИБОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ
В МИКОБИОТЕ БЕЛАРУСИ**

Храмцов А. К., Тихомиров Вал. Н.

Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, alexkhrantsov@mail.ru

Грибоподобный организм *Peronospora corollae* Tranzschel (Peronosporaceae, Peronosporales, Oomycetes, Oomycota, Chromista) был впервые выявлен в 1894 г. и описан В. Г. Траншелем на *Sampanula persicifolia* L. (Березайка, Новгородская обл., Россия) [1]. Данный микромицет поражает растения из рода *Sampanula* L., являясь причиной ложной мучнистой росы (пероноспороза) как дикорастущих, так и культивируемых видов [2–5]. В отличие от многих патогенов из рода *Peronospora* Corda, *P. corollae* образует спороношение только на цветках хозяина; лепестки при этом недоразвиваются, буреют, увядают [1–5]. Вышеприведенный патоген колокольчиков отмечен в Швеции, Норвегии, Румынии, Германии, Великобритании, России (Европейская часть, Западная Сибирь, Дальний Восток) [1–4, 6–10]. В литературе имеются также сведения о развитии *P. corollae* на цветках *Linaria vulgaris* Mill. (Швеция) [2, 3, 8].

P. corollae ранее не указывался в составе микобиоты Беларуси [11]. Однако при изучении гербарных образцов растений рода *Sampanula* Вал. Н. Тихомиров обнаружил признаки поражения пероноспорозом цветков *Sampanula rotundifolia* L., что позволило установить новый для Беларуси вид грибоподобных организмов. Ниже приводим краткую морфологическую характеристику выявленного микромицета.

Peronospora corollae Tranzschel, Hedwigia 34: 214 (1895).

Мицелий эндофитный, в тканях лепестков цветков, несептированный, разветвленный.

На внутренней поверхности лепестков венчика нежный, рассеянный, сероватый налет спороношения. Конидиеносцы (257,6 –) 308,6 (– 358,4) × (11,2 –) 11,7 (– 14,0) мкм, одиночные, вздутые у основания, дихотомически разветвленные под острым углом, бесцветные, с конечными ветвями длиной (7,0 –) 10,1 (– 12,6) мкм, толщиной в среднем 2,8 мкм, прямыми (реже слегка искривленными), заостренными, раздвоенными под острым или прямым углом. Конидии одноклеточные, узкоэллиптические, заостренные к полюсам, светло-коричневые с фиолетовым оттенком, (30,8 –) 39,9 (– 44,8) × (14,0 –) 17,9 (– 23,8) мкм (среднее отношение длины к ширине 2,2) (рис. 1).

Ооспоры в тканях лепестков многочисленные, округлые, (30,8 –) 35,5 (– 39,2) мкм в диаметре, светло-коричневые, складчатые или гладкие (рис. 2).



Рисунок 1. Конидиеносец и конидии *Peronospora corollae* (× 400)

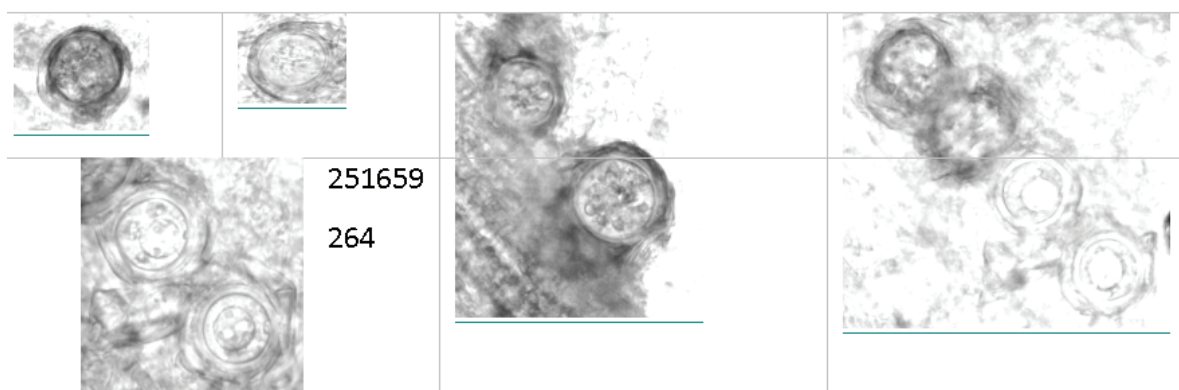


Рисунок 2. Ооспоры *Peronospora corollae* в тканях лепестков цветков колокольчика круглолистного (× 400)

Изученные образцы (местонахождения указаны идентично приведенным на гербарных этикетках):

Беларусь, Гомельская обл., Житковичский р-н, Припятский заповедник, Млынокское лесничество, 53 квартал, вдоль железной дороги, 12.07.1971 г. Бурлакова Л. Гербарий Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины;

Беларусь, Гомельская обл., Житковичский р-н, Припятский заповедник, Озеранское лесничество, 28 квартал, на опушке смешанного леса. 05.06.1971 г. Паламарчук Г. Л. Гербарий Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины;

Беларусь, Гомельская обл., Житковичский р-н, Припятский заповедник, Озеранское лесничество, 50 квартал, вырубка, посадка сосны, (без даты). Пашук Т. А. Гербарий Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины;

Беларусь, Гомельская обл., Житковичский р-н, Припятский заповедник, Ричевское лесничество, 64 квартал, опушка леса. 23.07.1973 г. Патека С. Л. Гербарий Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины;

Беларусь, Минская обл., Воложинский р-н, окр. д. Калдыки, сосняк лещиново-кисличный, опушка. 15.07.2004 г. Кебикова Т. А. Гербарий БГУ (MSKU) (рис. 3).



Рисунок 3. Местонахождения *Peronospora corollae* на территории Беларуси
(на карте отмечены •)

По данным литературы известно, что, кроме *Campanula rotundifolia* L. и *C. persicifolia* L., хозяевами микромицета *P. corollae* являются *C. latifolia* L., *C. glomerata* L., *C. rapunculoides* L. [1-4, 6-8], а также *C. cochleariifolia* Lam. [9], иногда выращиваемый в Беларуси как декоративное растение.

Из числа других представителей рода *Peronospora*, образующих спороношение только на цветках растений-хозяев, можно назвать *P. radii* de Bary (на видах родов *Tripleurospermum*, *Matricaria*, *Chamomilla*, *Leucanthemum*), *P. tranzscheliana* Bakhtin (на *Melampyrum pratense* L.), *P. violacea* Berk. (на *Knautia arvensis* (L.) Coult.), *P. scutellariae* Gäum. (на *Scutellaria galericulata* L.), *P. stigmaticola* Raunk. (на *Mentha aquatica* L., *M. arvensis* L.) [4, 11]. Микромицет *P. corollae* является в Беларуси вторым представителем рода *Peronospora*, развивающим спороношение только на цветках хозяев (ранее в нашей республике из этого рода назывался *P. radii* на *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.) [11].

Приведенная информация о грибоподобном организме *P. corollae* дополняет данные о его распространении, морфометрических характеристиках и может быть учтена при инвентаризации микобиоты Беларуси.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины и доценту кафедры ботаники БГУ М. А. Джусу за предоставленную возможность изучения гербарных образцов *Campanula rotundifolia* L.

Summary

The data concerning the first findings of the fungus *Peronospora corollae* Tranzschel within Belarus is presented. This species is bluebell downy mildew pathogen. As a result of the researching the samples of *P. corollae* which parasitizes on the flowers of *Campanula rotundifolia* L. the brief morphologic characteristic of the fungus obtained in 5 locations in Belarus is presented. The results of this research work extend our knowledge about morphometric characteristics and distribution of *P. corollae* and might be taken into consideration when compiling the inventory of Belarusian mycobiota.

Литература

1. Tranzschel W. *Peronospora corollae* n. sp. – *Hedwigia*, 1895, Bd. 34, S. 214.
2. Ячевский А. А., Ячевский П. А. Определитель грибов. Совершенные грибы (Диплоидные стадии). Т. 1. Фикомицеты. – М.; Л.: Гос. изд. с.-г. и колхозно-кооперативной литературы, 1931. – 294 с.
3. Наумов Н. А. Флора грибов Ленинградской области. Архимиды и фикомицеты. Вып. 1. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 182 с.
4. Новотельнова Н. С., Пыстина К. А. Флора споровых растений СССР. Грибы (3). Т. 11. – Л.: Наука, 1985. – 363 с.
5. Горленко С. В. Определитель болезней цветочно-декоративных растений. – Минск: Урожай, 1969. – 158 с.
6. Биоразнообразие Ленинградской области (Водоросли. Грибы. Лишайники. Мохообразные. Беспозвоночные животные. Рыбы и рыбообразные). – Сб. статей / Под ред. Н. Б. Балашовой, А. А. Заварзина. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. – 432 с.
7. Микобиота Белорусско-Валдайского поозерья / Отв. ред. проф. А. Е. Коваленко. – М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 368 с.
8. Kochman J., Majewski T. *Grzyby (Mycota)*. T. IV. *Glonowce (Phycomycetes)*, *Wroślikowe (Peronosporales)*. – Warszawa: Poland, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1970. – 309 s.
9. Moore W. C. *British parasitic fungi*. – Cambridge: At the university press, 1959. – P. 233.
10. Global Biodiversity Information Facility database [Электрон. ресурс] – июль 2016. – Режим доступа: www.discoverlife.org
11. Гирилович И. С. Грибоподобные организмы (порядок *Peronosporales*) Беларуси. – Минск: БГУ, 2013. – 183 с.

NEW MICROFUNGI RECORDS FROM THE ANATOLIAN PENINSULA

Hüseyin Elşad, Selçuk Faruk, Ekici Kadriye

Ahi Evran University, Arts and Sciences Faculty, Department of Biology, 40169 Kırşehir, TURKEY, elsadhuseyin@hotmail.com, selcuk_faruk@yahoo.com

New microfungi species registered in Boztepe district of Kırşehir province of Turkey. The Boztepe district situated in the central Kızılırmak section of the Anatolian Peninsula. The geographical coordinates of the studied area are 39° 11' – 39° 27' N, 34° 12' – 34° 36' E and take place entirely in the Irano-Turanian phytogeographic region. On the northern and north-eastern dry stream beds forest-steppe plant formations are common. Microclimate has been created by these areas for the Euro-Siberian and Mediterranean elements. According to the grid square system adopted by Davis (1965) Boztepe district is located in the square B5.

Trees and shrubs vegetation is represented by the following families species: Pinaceae (*Cedrus libani* A. Richard, *Pinus nigra* Arn., *P. sylvestris* L.), Ephedraceae (*Ephedra major* Host), Cupressaceae (*Juniperus communis* L., *J. oxycedrus* L.), Aceraceae (*Acer negundo* L.), Berberidaceae (*Berberis cretica* L., *B. crataegina* DC.), Elaeagnaceae (*Elaeagnus angustifolia* L.), Rhamnaceae (*Rhamnus petiolaris* Boiss., *R. cathartica* L.), Rosaceae (*Amygdalus communis* L., *A. lycioides* Spach, *A. nana* L., *A. orientalis* Miller, *Cerasus mahaleb* (L.) Miller var. *mahaleb*, *Cotoneaster nummularia* Fisch. & Mey., *Crataegus orientalis* Pallas ex Bieb. var. *orientalis*, *C. aronia* (L.) Bosc. ex DC. var. *aronia*, *C. monogyna* Jacq. subsp. *monogyna*, *C. pentagyna* Waldst. & Kit. ex Willd., *C. meyeri* A. Pojark, *Malus domestica* Borkh., *M. sylvestris* Miller, *Prunus divaricata* Ledeb. subsp. *divaricata*, *P. spinosa* L. subsp. *dasyphylla* (Schur.) Domin, *Pyrus elaeagnifolia* Pallas subsp. *elaegnifolia*, *Rosa canina* L., *R. gallica* L., *Rubus canescens* DC.), Caprifoliaceae (*Lonicera etrusca* Santi. var. *etrusca*), Oleaceae (*Jasminum fruticans* L., *Fraxinus excelsior* L.), Plumbaginaceae (*Acantholimon acerosum* (Wild.) Boiss. var. *acerosum*, *A. puberulum* Boiss. & Bal. var. *puberulum*), Ulmaceae (*Ulmus minor* Miller subsp. *minor*, *U. suberosa* Ehrh.), Fagaceae (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Q. pubescens* Willd., *Q. robur* L. subsp. *pedunculiflora* (C. Koch.) Menitsky), Salicaceae (*Populus alba* L., *P. nigra* L., *Salix alba* L., *S. cinerea* L.).

The material of this study comprises microfungi specimens collected on trees and bushes in 2012-2014. The first information about microfungi of region was published in 2015 [Hüseyin et al., 2015]. As a result of field and laboratory studies, on different trees and bushes identified a total 91 species of micromycetes, belonging to 47 genera of 31 families. Microfungi are represented by Ascomycota members only. Dothideomycetes class is very rich in terms of orders, families, genera and species and constitute 70.3% of 91 identified species. Another class Sordariomycetes is represented by 11 species (12.1%) members of 11 genera, 8 families, 6 orders. Leotiomycetes class constitute 7.7% of total number of species. Incertae sedis is represented by 8 species (8.8%). Orbiliomycetes include only one species (Table).

Table. Systematic structure of the new reported microfungi

Taxa	Orders	Families	Genera	Species Number	Rate (%)
Ascomycota					
Pezizomycotina	17	30	47	91	100.00
Dothideomycetes	7	18	28	64	70.30
Leotiomycetes	2	2	6	7	7.70
Orbiliomycetes	1	1	1	1	1.10
Sordariomycetes	6	8	11	11	12.10
Incertae sedis	1	1	1	8	8.80
Total	17	30	47	91	100.00

Among the identified microfungi the most representative are *Phoma* (9 species), *Didymella* (6), *Mycosphaerella* (5), *Aposphaeria*, *Cladosporium*, *Cucurbitaria* and *Microdiplodia* (four each) genera. The others genera represented by 1-3 species.

The genera *Antennatula*, *Anthostomella*, *Capnodendron*, *Ceratosphaeria*, *Coronophora*, *Crotonocarpia*, *Dicranidion*, *Dictyodochium*, *Diplosclerophoma*, *Fuscophialis*, *Heteroconium*, *Hyaloscypha*, *Isthmotriclida*, *Myxofusicoccum*, *Pithomyces* and *Stagonosporopsis* are added to the fungal biota of Turkey as new records at generic level. *Aposphaeria caulina*, *A. labens*, *A. mori*, *A. rubefaciens*, *Ascochyta crus-galli*, *Asteroma vagans*, *Ceratosphaeria microdoma*, *Dichomera rhamni*, *Dictyodochium prinsepiae*, *Diplosclerophoma salicis*, *Gibbera rosae*, *Heteroconium lignicola*, *Lophiostoma ulmi*, *Lophiotrema glandium*, *Massaria succincta*, *Massarina ligustri*, *Metasphaeria quercina*, *Microdiplodia pyricola*, *Mollisia rosae*, *Mycosphaerella crassa*, *M. curvulata*, *M. oxyacanthae*, *M. quercifolia*, *Myxofusicoccum pyrinum*, *Phoma fuckelii*, *Ph. nervisequa*, *Ph. pusilla*, *Ph. quercea*, *Ph. sempervirentis*, *Phomopsis scabra*, *Phyllosticta cathartici* and *Phyllactinia pyri-serotinae* are reported for the second time in the world.

In point of view of the structure of conidia species of *Antennatula*, *Anthostomella*, *Dicranidion*, *Isthmotriclida* and *Pithomyces* genera are original and interesting.

From total 91 taxon of microfungi 75 (82.4%) are saprobic and the remaining 16 species (17.6%) are pathogens or parasites, including one hyperparasit. But, the effect of parasites and pathogens on forest situation are imperceptible nearly. The species of *Ascochyta*, *Asteroma*, *Cytospora*, *Gloeosporium*, *Marssonina*, *Mycosphaerella* (in anamorphic stage), *Phyllactinia* and *Phyllosticta* genera are most important parasites and pathogens. Saprobian micromycetes represented by *Amphisphaeria*, *Anthostomella*, *Aposphaeria*, *Ceratosphaeria*, *Cladosporium*, *Coleroa*, *Coniothyrium*, *Cucurbitaria*, *Dichomera*, *Dictyodochium*, *Didymella*, *Didymosphaeria*, *Dinemasporium*, *Heteroconium*, *Hyaloscypha*, *Isthmotriclida*, *Leptosphaeria*, *Lophiostoma*, *Massaria*, *Microdiplodia*, *Phoma* and other genera species. When micromycetous mycobiota of the study area analyzed in terms of trophic structure: 21 (31.1%) species are phyllophages, 35 (33.8%) species – xylophages, 32 (29.7%) species – lignotrophs and 3 species (5.4%) – carpotrophs.

Founded microfungi are in consort relationships with 32 host-plants species from 20 genera of 13 families. Most of the fungi diversity registered on members of Rosaceae (48 species) and Rhamnaceae (13). On members of Salicaceae inhabit 11 species, on Elaeagnaceae and Fagaceae

five each, Fabaceae, Moraceae and Ulmaceae by 3-4. Oleaceae, Pinaceae, Plumbaginaceae, Simaroubaceae and Tamaricaceae families represented by 1-2 species. The ratio of host-plants to microfungi is 1: 3 generally. This ratio varies from 1: 1 to 1: 24. These microfungi and their hosts are given below alphabetically.

Ascomycota: *Acrodictys* sp.– on wood of dead twigs of *Rhamnus petiolaris*, *Amphisphaeria bufonia* (Berk. & Broome) Ces. & De Not.– on dead twigs of *Amygdalus nana*, *Antennatula* sp. – on dead twigs of *Prunus spinosa* subsp. *dasyphylla*, *Anthostomella adusta* (Cooke & Peck) M.E. Barr. – on dead twigs of *Rosa canina*, *Aposphaeria caulina* P. Karst. – on wood of dead branches of *Elaeagnus angustifolia*, *A. labens* (Sacc.) Sacc. – on wood of dead branches of *Cotoneaster nummularia* and *Crataegus orientalis* var. *orientalis*, *A. mori* (Mont.) Sacc. – on wood of dead branches of *Morus alba*, *A. rubefaciens* Bubák – on wood of *Salix cinerea*, *Ascochyta crusgalli* Brunaud – on fallen leaves of *Crataegus pentagyna*, *Asteroma vagans* Desm. – on living leaves of *Rosa gallica*, *Capnodendron* sp. – on dead roots of *Rosa canina*, *Ceratospaeria microdoma* Ellis & Everh. – on wood of dead branches of *Rosa canina*, *Cladosporium* sp. – on dead leaves of *Elaeagnus angustifolia*, *C. astroideum* var. *astroideum* Ces. – on overwintered leaves of *Quercus pubescens*, *C. phyllactiniicola* Bensch, Glawe, Crous & U. Braun – on living leaves of *Cotoneaster nummularia*, on *Phyllactinia pyri-serotiana* Sawada, *C. populicola* K. Schub. & U. Braun – on fallen leaves of *Populus nigra*, *Coleroa pusiola* (P. Karst.) Sivan. – on dead wood of *Rosa canina*, *Coniothyrium populi-nigrae* (Sacc.) Biga, Cif. & Bestagno – on dead thin twigs of *Populus nigra*, *C. rosarum* Cooke & Harkn. – on wood of *Rosa canina*, *Coronophora annexa* (Nitschke) Fuckel – on wood of *Salix alba*, *Cucurbitaria acervata* (Fr.) Ces. & De Not. – on dead branches of *Crataegus pentagyna*, *C. astragali* Ellis & Everh. – on dead wood of *Astragalus ascioalyx*, *C. moriformis* (Fuckel) M.E. Barr – on dead wood of *Cotoneaster nummularia*, *C. rosae* G. Winter & Sacc. – on dead wood of *Rosa canina*, *Cytospora cotoneastri* Thüm. – on dead branches of *Cotoneaster nummularia*, *Cytosporina flavovirens* (Sacc.) Grove – on dead branches of *Rosa canina*, *Dichomera rhamni* (Westend.) Sacc. – on bark of dead branches of *Rhamnus petiolaris*, *Dicranidion* sp. – on dead wood of *Rosa canina* and *Rhamnus petiolaris*, *Dictyodochium* sp. – on dead branches of *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *D. prinsepieae* Sivan. – on dead wood of *Rosa canina*, *Didymella mori* Hara – on dead wood of *Morus alba*, *D. nigrificans* P. Karst. – on bark of dead branches of *Rosa canina*, *D. picconii* (De Not.) Sacc. – on dead wood of *Pinus nigra*, *D. prominens* Ellis & Everh. – on dead wood of *Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaeagnifolia*, *D. salicis* Grove ex Sacc. – on bark of dead branches of *Salix alba*, *D. smilacis* Ellis & Everh. – on bark of dead branches of *Rosa canina*, *Didymosphaeria nana* Rostr. – on dead branches of *Crataegus meyeri*, *Dinemasporium pleurospora* (Sacc.) Shkarupa – on dead wood of *Ailanthus altissima*, *Diplodina rosae* Brunaud – on bark of dead branches of *Rosa gallica*, *Diplosclerophoma salicis* Petr. – on dead branches of *Salix cinerea*, *Fenestella princeps* Tul. & C. Tul. – on bark of dead branches of *Rosa canina*, *Fusarium bacilligerum* (Berk. & Broome) Sacc. – on fallen leaves of *Rhamnus cathartica*,

Fuscophialis sp. – on root collar of dead plants of *Rosa canina*, *Gibbera rosae* (De Not.) E. Müll. & R. Menon – on dead wood of *Rosa canina*, *Gloeosporium cerasi* Lindau – on fruit of *Cerasus mahaleb*, *Guignardia diffusa* (Crié) Sacc. & Trotter – on leaves of *Acantholimon puberulum* var. *puberulum*, *Heteroconium lignicola* Panwar & Chouhan – on wood of dead branches of *Rosa canina*, *Hyaloscypha hyalina* (Pers) Boud. and *Isthmotricladia* sp. – on wood of *Rhamnus petiolaris*, *Leptosphaeria abbreviata* (Cooke) Sacc. (anamorphic *Hendersonia rosae* J. Kickx f.) – on wood of dead branches of *Rosa canina*, *L. salicinarum* (Pass.) Sacc. – on fallen leaves of *Salix alba*, *Lophiostoma caulium* (Fr.) Ces. & De Not. – on dead branches of *Elaeagnus angustifolia*, *Cotoneaster nummularia* Fisch. & Mey. and *Rosa canina*, *L. ulmi* (Fabre) Sacc. – on dead wood of *Ulmus minor* subsp. *minor*, *Lophiotrema curreyi* Sacc. – on dead branches of *Cotoneaster nummularia*, *L. glandium* Fabre – on dead wood of *Rosa canina*, *Macrophoma cerasina* (Cooke) Berl. & Voglino – on overwintered fruits of *Prunus divaricata* subsp. *divaricata*, *Massaria succincta* (Wallr.) Sacc. – on dead wood of *Rhamnus petiolaris*, *Massarina ligustri* (G. H. Otth) Sacc. – on dead branches of *Elaeagnus angustifolia*, *Marssonina salicigena* Bubák & Vleugel. – on living leaves of *Salix cinerea*, *Metasphaeria quercina* Ellis & Everh. – on dead branches of *Quercus petraea*, *Microdiplodia centrophila* (Pass.) Tassi – on dead fruits of *Rosa canina*, *M. frangulae* Allesch. and *M. maculata* (I. Miyake & Hara) Sacc. – on dead branches of *Rhamnus petiolaris*, *M. pyricola* I. E. Brezhnev – on dead branches of *Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaegnifolia*, *Micropera drupacearum* var. *drupacearum* Lév. – on dead branches of *Rhamnus petiolaris*, *Mollisia rosae* (Pers.) P. Karst. – on bark of dead roots of *Rosa canina*, *Monodictys* sp. – on bark of dead branches of *Rosa canina*, *Monostichella salicis* (Westend.) Arx – on fallen leaves of *Salix cinerea*, *Mycosphaerella cerasella* Aderh. – on fallen leaves of *Cerasus mahaleb*, *M. crassa* (Auersw.) Lindau – on fallen leaves of *Populus nigra*, *M. curvulata* (Pass.) Tomilin – on fallen leaves of *Salix cinerea*, *M. oxyacanthae* Jaap – on overwintered leaves of *Crataegus meyeri*, *M. quercifolia* (Gonz. Frag.) M. Morelet – on overwintered leaves of *Quercus petraea*, *Myxofusicoccum pyrinum* (Fr.) Boerema – on dead wood of *Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaegnifolia*, *Phoma fuckelii* Sacc. – on dead branches of *Robinia pseudoacacia*, *Ph. gallarum* Briard – on galls of branches of *Quercus robur* subsp. *pedunculiflora*, *Ph. inopinata* Oudem. – on dead wood of *Pinus nigra*, *Ph. mororum* Sacc. – on dead twigs of *Morus alba*, *Ph. nervisequa* (Cooke) Sacc. – on fallen leaves of *Quercus robur* subsp. *pedunculiflora*, *Ph. pusilla* Schulzer & Sacc. – on dead wood of *Rosa canina*, *Ph. querneae* Oudem. – on bark of dead branches of *Quercus pubescens*, *Ph. rhamnicola* Cooke & Harkn. and *Phomopsis scabra* (Sacc.) Traverso – on dead wood and branches of *Rhamnus petiolaris*, *Ph. sempervirentis* Oudem. – on bark of dead branches of *Tamarix parviflora*, *Phomopsis pterophila* (Nitschke ex Fuckel) Died. – on keyfruits of overwintered seeds of *Fraxinus excelsior*, *Phyllosticta cathartici* Sacc. – on living leaves of *Rhamnus cathartica*, *Ph. destruens* Desm. – on living leaves of *Prunus spinosa* subsp. *dasyphilla*, *Phyllactinia babayanii* Simonyan – on living leaves of *Amygdalus nana*, *Ph. pyri-serotinae* Sawada – on living leaves of *Cotoneaster nummularia*, *Pithomyces* sp. – on dead

wood of *Crataegus aronia* var. *aronia*, *Stagonosporopsis astragali* (Cooke & Harkn.) Aveskamp, Gruyter & Verkley – on dead stems of *Astragalus macrocephalus* subsp. *finitimus*.

Reference

1. Hüseyin E., Selçuk F. & Ekici K. Some micromycetes on trees and bushes in forests of Boztepe district Kırşehir Province (Turkey). Problems of Forest Phytopathology and Mycology: Materials of IX International Conference. October 19 – 24, 2015. Minsk – Moscow – Petrozavodsk / Edited by V.G. Storozhenko, V.B. Zviagintsev. P. 235 – 238.

УДК 579.64:631.46(470.21)

БИОТРАНСФОРМАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ АКТИВНЫМИ ШТАММАМИ МИКРОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫМИ ИЗ ПОЧВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Чапоргина А. А., Корнейкова М. В.

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты, Россия,
chaporgina@inep.ksc.ru, korneykova@inep.ksc.ru

Одним из распространенных последствий производственной деятельности человека является загрязнение окружающей среды углеводородами нефти (УН) и продуктами их переработки. Основным источником загрязнения являются аварийные ситуации, возникающие при добыче, транспортировке и переработке нефти.

Попадая в почву, нефтепродукты (НП) оказывают угнетающее действие на живые организмы и существенно изменяют условия их обитания [3,13]. Почвы, подверженные воздействию нефти, характеризуются специфической микобиотой. Значительную роль в процессах самоочищения почв от УН играют микроскопические грибы [9,11]. Популяции данной группы микроорганизмов обладают уникальной адаптационной способностью к неблагоприятным условиям окружающей среды, имея мощную ферментативную систему и обильное спорообразование [7,8]. Известно, что основную роль в разложении углеводородов в почве играет бактериальная микробиота [2,12,14]. Самые активные штаммы грибов, окисляющих углеводороды, относятся, в основном, к родам: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma* [2].

Эффективность процесса очистки нефтезагрязнений зависит от ряда факторов, в том числе от правильного выбора микроорганизмов деструкторов. Для ликвидации региональных нефтезагрязнений предпочтительнее использование адаптированных к конкретным условиям микроорганизмов-нефтедеструкторов [1,5].

Процессы деградации нефти в Al-Fe гумусовых почвах Кольского полуострова микроскопическими грибами изучены мало. В настоящее время на побережье Баренцева моря находится большое количество объектов, которые являются потенциальным источником загрязнения. Микобиота арктических почв отличается от таковой более южных райо-

нов рядом специфических черт, обусловленных особенностями среды их обитания: мезо- и психротолерантность, олиготрофность, низкое видовое разнообразие, высокая продуктивность микобиоты в течение полярного лета, уменьшение диаметра грибного мицелия [6].

Цель данной работы – изучение деструкционной активности НП микромицетами, выделенными из нефтезагрязненных почв Кольского полуострова.

Для скрининга микроскопических грибов по способности разлагать УН были отобраны чистые культуры (из рабочей коллекции лаборатории экологии микроорганизмов ИП-ПЭС КНЦ РАН), выделенные ранее из нефтезагрязненных почв. Культивирование микроорганизмов проводили в колбах Эрленмейера с 50 мл жидкой питательной среды Чапека, в которые добавляли 1 % нефти и вносили грибную суспензию. Повторность опыта 3-кратная. Контрольным вариантом служила стерильная среда с нефтью без инокуляции грибами. После посева колбы инкубировали в термостате при температуре 27 °С в течение 14 суток.

Содержание остаточной концентрации нефти в среде определяли на анализаторе АН-2 методом инфракрасной спектрофотометрии. Методика определения НП в жидкой среде основана на их экстракции из изучаемого материала четыреххлористым углеродом (CCl₄), отделении НП от полярных углеводов и воды в колонке с оксидом алюминия и дальнейшем спектрофотометрическом определении содержания УН по интенсивности поглощения инфракрасного излучения на заданных длинах волн [4]. Показателем выбора наилучшего результата служили: степень деструктивной активности и значение накапливаемой сухой биомассы, которую высушивали при +105 °С до абсолютно сухого веса.

В процессе исследования из коллекции микроорганизмов взят 81 вид микромицетов для проверки их способности трансформировать УН. Наибольшее количество видов было представлено родом *Penicillium* – 32 вида. Среди них роды *Fusarium* представлены 5 видами, *Lecanicillium* и *Phoma* по 3 вида. Грибы родов *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Botrytis*, *Cephalotrichum*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Doratomyces*, *Geomyces*, *Gliocladium*, *Gongronella*, *Humicola*, *Memnoniella*, *Mortierella*, *Mucor*, *Oospora*, *Rhizopus*, *Rhodotorula*, *Scopulariopsis*, *Talaromyces*, *Torula*, *Trichoderma*, *Ulocladium*, *Umbelopsis*, *Wallrothiella* были представлены 1–2 видами. Процесс разложения УН протекал наиболее интенсивно лишь у 6 видов грибов: *Lecanicillium lecanii*, *Penicillium canescens*, *P. janthinellum*, *P. lanosoviride*, *P. ochrochloron*, *P. restrictum*. В дальнейшем проверяли способность этих активных культур к деструкции нефтяных углеводов в градиенте времени.

Известно, что в природе имеет место большая неоднородность распределения нефтяных компонентов в почвах различных участков, что зависит от физических и химических свойств конкретных почв, качества и состава поступившей нефти. Чувствительность отдельных групп микроорганизмов к отдельным компонентам нефти определяется ее химическим составом и физическими свойствами [10].

Проведены работы по определению деструкционной активности исследуемых культур по отношению к нефтяным углеводородам (рис.).

%

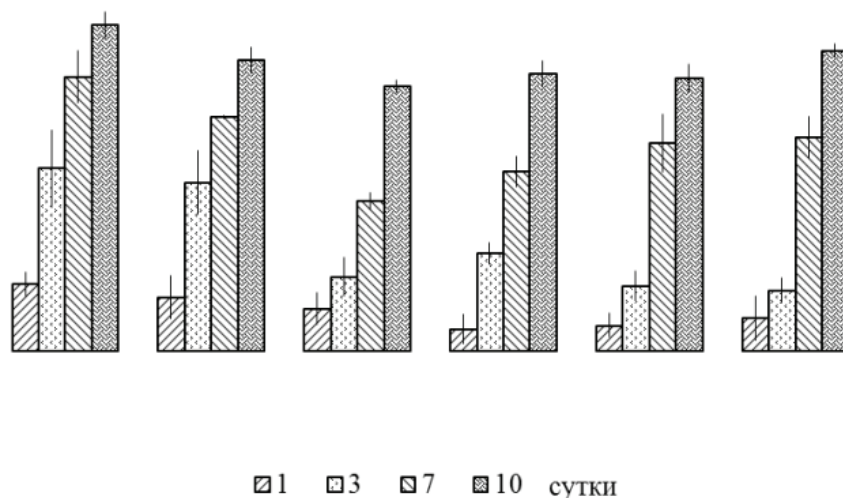


Рисунок. Степень деструкции нефти микромицетами в градиенте времени.

Данные культуры микроорганизмов имеют различную активность потребления компонентов нефти. Как видно из графика, максимальная степень деструкции на 10 суток достигается у культур *Penicillium lanosoviride* – 88 % и *P. ochrochloron* – 80 %. Остальные виды являются близкими по своей активности 70–78 %. Важно отметить, что процесс разложения начинается уже в 1 сутки и составляет за это время около 20 %.

Таким образом, выявленные культуры микромицетов с высокой нефтеокисляющей активностью могут быть использованы для создания биопрепарата на основе аборигенных микроорганизмов для биоремедиации нефтезагрязненных почв.

Summary

Hydrocarbon oxidizing cultures of micromycetes was isolated from soils of the Kola Peninsula contaminated by oil and that able to grow on nutrient media containing oil. From 81 species of microscopic fungi capable to transformation oil, were selected and researched 6 of the most active species: *Lecanicillium lecanii*, *Penicillium canescens*, *P. janthinellum*, *P. lanosoviride*, *P. ochrochloron*, *P. restrictum*, possessing high destructive activity of hydrocarbon oil. The maximum degree of oil degradation was observed in cultures: *Penicillium lanosoviride* amount of decomposed oil was 20% per day and to 10 days 88%. Microscopic fungi play a significant role in the transformation of oil hydrocarbons in the soil. The results of laboratory experiments indicate a high hydrocarbon oxidizing activity in the investigated micromycetes and the possibility of creating biological preparation based on a indigenous microorganisms for bioremediation soils contaminated by oil.

Литература

1. Бабаев Э. Р., Мамедова П. Ш., Кулиева Д. М., Мовсумзаде М. Э. Выбор активного микроорганизма – деструктора углеводов для очистки нефтезагрязненных почв Балаханского месторождения // Башкирский химический журнал. 2009. Том 16. № 1. С. 103–107.
2. Билай В. И., Коваль Э. З. Рост грибов на углеводородах нефти. Киев: Наукова Думка. 1980. 254 с.
3. Водопьянов В. В., Киреева Н. А., Григориади А. С., Якупова А. Б. Влияние нефтяного загрязнения почвы на ризосферную микробиоту и моделирование процессов биодegradации // Вестник ОГУ. 2009. № 6. С. 545–547.
4. Другов Ю. С., Родин А. А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. Практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 270 с.
5. Евдокимова Г. А., Маслобоев В. А. Биоремедиация загрязненных нефтепродуктами почв в условиях Кольского Севера // МурманшельфИнфо. № 2(15). Апрель 2011. С.34–38.
6. Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Микроорганизмы тундровых и лесных подзолов Кольского Севера. Апатиты: Кольский НЦ РАН, 2001. 184 с.
7. Жукова О. В., Морозов Н. В. Исследование взаимоотношений углеводородокисляющих микроорганизмов в ассоциациях, используемых для управляемой очистки природных и сточных вод от нефтяных загрязнений // Вестник ТГГПУ. 2007. № 2–3 (9–10). С.100–107.
8. Киреева Н. А., Мифтахова А. М., Бакаева М. Д., Водопьянов В. В. Комплексы почвенных микромицетов в условиях техногенеза. Уфа: Гилем, 2005. 358 с.
9. Лебедева Е. В., Каневская И. Г., Трилесник Г. И. Влияние нефтехимических загрязнений на микромицеты почвы // Вестник ЛГУ. Серия 3. 1988. № 4. С. 31–35.
10. Литвин Л. М., Зименко Т. Г. Влияние высоких доз нефтяного загрязнения на биологическую активность дерново-подземистых почв // Изв. АН СССР. 1987. № 2.
11. Марфенина О. Е. Микроскопические грибы в антропогенно нарушенных почвах: результаты исследований и нерешенные вопросы // Экология и биология почв. Матер. межд. науч. конф. Ростов-на-Дону. 2005. С. 304–306.
12. Мязин В. А., Евдокимова Г. А. Биологическая активность почв северных приполярных областей при загрязнении нефтепродуктами // Инженерная экология. 2012. № 1. С.17–23.
13. Трофимов С. Я., Аммосова Я. М., Орлов Д. С., Осипова Н. Н., Суханова Н. И. Влияние нефти на почвенный покров и проблемы создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы // Вестн. Моск. ун-та. Сер.17. 2000. № 2. С. 30–34.
14. Song H.-G., Bartha R. Bacteria and fungi contributions to hydrocarbon mineralization in soil // Abstr. Annu Meet. Amer. Soc. Microbiol. 1986. 86-th Annu Meet. Washington. 1986. P. 302.

РОЛЬ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ-КСИЛОТРОФОВ В БУКОВЫХ ПРАЛЕСАХ УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Чернявский Н. В.¹, Гребеняк Г. В.²

1. Национальный лесотехнический университет Украины, Львов, Украина, tschern@mail.lviv.ua
2. Национальный лесотехнический университет Украины, Львов, Украина, galinaizhyk@gmail.com

Буковые пралесы – устойчивые и стабильные экосистемы, в которых представлены различные возрастные группы и фазы развития растительности, а также своеобразный животный и микробный мир. Девственный лес, или пралес, – это лесной массив, который никогда не испытывал человеческого вмешательства, и в структуре и динамике которого отражены этапы естественного развития, а его почвы, климат, флора, фауна и жизненные процессы не были разрушены или изменены через лесопользование, выпас скота или другое прямое или косвенное влияние человека.

В пралесах большая функциональная роль принадлежит дереворазрушающим грибам – ксилотрофам, которые участвуют в процессах деструкции и минерализации органических веществ. Они деструкторы мертвого органического вещества, плодовые тела и мицелий которых являются важным элементом в пищевых цепях многих связанных с древесиной видов насекомых. В пралесах ксилотрофы – неотъемлемая составляющая экосистемы, которая поддерживает ее устойчивость и стабильность [6].

Целью нашей работы было исследование видового состава ксилотрофных грибов и их роли в разложении мертвой древесины в природном заповеднике «Горганы» (ПЗ), Карпатском биосферном заповеднике (КБЗ) и национальном природном парке (НПП) «Зачарованный край». Объект исследования – ксилотрофные грибы буковых пралесов в Горганском природоохранном отделении заповедника «Горганы», Угольском и Широколужанском массивах КБЗ и Пидгирнянском лесничестве НПП «Зачарованный край». Сбор ксилотрофных грибов проведен в 2012–2016 гг. маршрутно-экспедиционным методом. Для каждого образца отмечалась информация о локалитете, характере биотопа и субстрате. Определение микологического материала осуществлено по методике А. С. Бондарцева [1], а систематический анализ и таксоны определены по [2–4].

Буковые пралесы занимают наибольшую площадь среди девственных лесов Украинских Карпат – 20123 га. В связи с различием климатических и почвенно-гидрологических условий в составе древостоев всегда доминирует бук (*Fagus sylvatica* L.), но с различной примесью субэдикаторов, среди которых постоянен клен-явор (*Acer pseudoplatanus* L.). В нижней части пояса на юго-западном мегасклоне в древостоях характерно участие дуба скального (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.), ильма горного (*Ulmus glabra* Huds.),

клена остролистного (*Acer platanoides* L.), а на северо-западном – ели европейской (*Picea abies* L.) и пихты белой (*Abies alba* Mill.). Древостои абсолютно-разновозрастные, со средним циклом развития 260–280, максимум – 370 лет (табл.1). Отдельные деревья достигают возраста 350–500 лет. Фазы и стадии развития (деструктивно-возобновительная, оптимальная, восстановительная) определяют накопление древесины, запасы которой колеблются в значительных пределах – 120–770 м³/га. В оптимальной и выборочной фазе развития они наибольшие и составляют от 430 до 770 м³/га.

Таблица 1. Распространение и характеристика буковых пралесов Украинских Карпат

Заповедный объект	Высота над уровнем моря, м	Площадь пралесов, га	Возраст / максимальный возраст бука, лет	Состав древостоев	Запас растущего древостоя, м ³ /га
Карпатский биосферный заповедник	480-1300	11325,2	40-370 /500	10Бк ед.Яв Ил Е Пх Яс Дск Кл о	530-720
Природный заповедник «Горганы»	950-1100	276,8	40-350/320	6-7Бк2-3П1Е +Яв	560-770
Национальный природный парк «Зачарованный край»	740-950	371,0	40-260/~340	10Бк+Яв	430-530

Наименее распространены чистые буковые пралесы в заповеднике «Горганы». Их площадь составляет всего 21 га. Здесь преимущественно произрастают елово-пихтово-буковые девственные леса (276,8 га). Особенностью пралесов Горган является распространение смешанных буковых лесов в целостном филогенетическом комплексе субформаций буковых, буково-пихтовых, буково-пихтово-еловых, кедрово-еловых и елово-кедровых горных лесов, которые закономерно вертикально меняются в пределах абсолютных высот от 950 до 1535 м над уровнем моря. Совместно с комплексом эволюционно замещаемых каменистых россыпей (341,1 га) через стадии лишайников, мхов, травянистых растений к горно-сосновому криволесью и реликтовым сосново-березовым, сосновым и кедрово-еловым ценозам, пралесы образуют наглядную сукцессию возникновения и развития лесных экосистем послеледникового периода.

В Угольском заповедном массиве существуют оптимальные экологические условия для роста бука. Поэтому основную площадь занимают моно- и олигодоминантные бучины климаксового характера. Ценолитическое ядро формации – эвтрофные бучины: бучина подмаренниковая (*Fagetum galiosum*), зубянковая (*F. dentariosum*), папоротниковая (*F. athygiosum*) и ежевичная (*F. rubosum hirtae*) [5].

На территории НПП «Зачарованный край» выделяют высотные полосы чистых буковых лесов и елово-буковых лесов. Бук в соответствующих лесорастительных условиях, благодаря выраженной теневыносливости, образует преимущественно чистые или почти чистые климаксовые группировки. Только в менее благоприятных климатических условиях – на границе с поясами дубовых и еловых лесов, а также в экстремальных

эдафических условиях (каменистые почвы, крутые склоны) – он формирует смешанные древостои. Доминируют пралесы ассоциаций *Luzulo-Fagetum* и *Asperulo-Fagetum* на бурых горно-лесных почвах, подстилаемых карпатским флишем или вулканическими породами.

Буковые пралесы отличаются высокой производительностью древостоев и значительным отпадом отмершей древесины. Объем отмершей древесины колеблется и в среднем составлял в пралесах Горган в 1999 году – 102 м³/га и в 2011 году – 164 м³/га (21,4 % от общего запаса), в биосферном заповеднике – в 1998 году 76 м³/га, а еще через 10 лет – 126 м³/га, в национальном парке в 2013 году – 76 м³/га. Она находится на разных стадиях разложения – от еще стоящих сухих деревьев до сучьев и древесной трухи на поверхности почвы.

На территории заповедника «Горганы» в буковых пралесах нами выявлено и определено 6 видов дереворазрушающих грибов-ксилотрофов, Угольского массива – 48 видов, а также 12 видов на территории НПП «Зачарованный край» (табл. 2). Наиболее распространенными ксилотрофами буковых пралесов на территории заповедника «Горганы» являлись: *Fomes fomentarius*, *Trametes gibbosa*, *Ganoderma applanatum*, Угольского массива: *Fomes fomentarius*, *Ganoderma applanatum*, *Trametes gibbosa*, *Bjerkandera adusta*, *Coriolus versicolor*, *Coriolus hirsutus*. Наиболее распространенными видами грибов на территории НПП «Зачарованный край» являются: *Fomes fomentarius*, *Ganoderma applanatum*, *Fomitopsis pinicola*, *Trametes gibbosa*, *Oudemansiella mucida*.

В структуре лесов грибная биота имеет вполне определенное, эволюционно закономерное обусловленное разделение видового состава грибов, принадлежащих к разным группам по таксономическому положению и способам питания на различных частях растений. Это разделение, безусловно, связано с морфологической структурой растений и ярусов лесного полога. Некоторые виды поселяются на деревьях, другие – на мертвой древесине или подстилке. На расселение дереворазрушающих грибов влияет ряд факторов среды, первенство среди которых принадлежит субстрату. При этом важны не только вид древесного растения, но и состояние субстрата – живое дерево, сухостой, валежник или пень.

Ксилотрофы хорошо разлагают отмершую древесину, которая, в свою очередь, столь важна для жизни природных лесных экосистем, что ее исчезновение способно коренным образом изменить состав живых организмов, обитающих в этих экосистемах, привести к исчезновению многих из них, нарушить естественные процессы лесовосстановления. Ксилотрофы являются важным компонентом лесных биоценозов, поскольку они ежегодно совершают минерализацию растительных и животных остатков. При разложении отмершей древесины грибы образуют особенно благоприятные условия для развития напочвенного покрова и процесса возобновления всех древесных пород.

Таблица 2. Дереворазрушающие грибы и их приуроченность к ослабленной и отмершей древесине бука

№	Субстрат	Виды грибов (КБЗ)	Виды грибов НПП «Зачарованный край»	Виды грибов ПЗ «Горганы»
1	Живые ослабленные деревья, ветровальные деревья	<i>Ischnoderma resinosum</i> (Fr.) Karst., <i>Meripilus giganteus</i> (Pers.) P. Karst.	-	-
2	Живые ослабленные деревья, ветровальные деревья, сухостой	<i>Oudemansiella mucida</i> (Fr.) Hoehm.	-	-
3	Живые ослабленные деревья, ветровальные деревья, пни	<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd. ex Fr.) Karst., <i>Fomes fomentarius</i> (L. ex Fr.) Gill.	-	-
4	Ветровальные деревья	<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev., <i>Xylaria hypoxylon</i> (L.) Grev., <i>Lopharia spadicea</i> (Pers. ex Fr.) Boidin., <i>Polyporus brumalis</i> Pers. ex Fr., <i>Lycogala epidendrum</i> (L.) Fr. sensu B. Ing., <i>Lenzites betulina</i> (L. ex Fr.) Fr., <i>Paxillus atrotomentosus</i> (Fr.) Fr., <i>Hemitrichia clavata</i> (Pers.) Rostaf., <i>Pycnoporus cinnabarinus</i> (Jacq. ex Fr.) Karst., <i>Corticium roseum</i> Fr., <i>Tremella foliacea</i> Pers., <i>Panellus stipticus</i> (Fr.) Karst., <i>Panellus mitis</i> (Pers.: Fr.) Singe., <i>Tremella mesenterica</i> Retz., <i>Stemonitis fusca</i> Roth, <i>Hirschioporus pergamenus</i> (Fr.) Bond. et Sing., <i>Ascocoryne sarcoides</i> (Jacq.) J.W. Groves et D.E. Wilson, <i>Bisporella citrina</i> (Batsch) Korf et S.E. Carp., <i>Exidia glandulosa</i> (Bull.) Fr., <i>Ganoderma lucidum</i> (Fr.) Karst., <i>Sarcodontia uda</i> (Fr.) Nikol., <i>Phlebia</i> (Merulius) <i>tremellosa</i> Schrad., <i>Phlebia radiata</i> Fr., <i>Chlorociboria aeruginosa</i> (Oeder) Seaver ex C. S. Ramamurthi, Korf et L. R. Batra, <i>Panus conchatus</i> (Bull: Fries) Fries., <i>Panus rudis</i> Fr., <i>Stereum rugosum</i> Pers., <i>Stereum subtomentosum</i> Pouz., <i>Schizophyllum commune</i> Fr., <i>Antrodiella faginea</i> Vampola & Pouzar	<i>Fomitopsis pinicola</i> (Fr.) Karst., <i>Coriolus versicolor</i> (L. ex Fr.) Quel., <i>Coriolus hirsutus</i> (Wulf. ex Fr.) Quel., <i>Pycnoporus cinnabarinus</i> (Jacq. ex Fr.) Karst., <i>Schizophyllum commune</i> Fr., <i>Stereum rugosum</i> Pers.	<i>Xylaria hypoxylon</i> (L.) Grev., <i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev., <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) Kumm.
5	Сухостой	-	<i>Polyporus squamosus</i> Huds. ex Fr.	-
6	Сухостой, ветровальные деревья	<i>Calocera cornea</i> (Batsch) Fr., <i>Tyromyces chioneus</i> (Fr.) P.Karst.	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) Kumm., <i>Oudemansiella mucida</i> (Fr.) Hoehm.	-

7	Ветро- вальные деревья, пни	<i>Lycoperdon pyriforme</i> Pers., <i>Ganoderma applanatum</i> (Pers. ex Wallr.) Pat.	<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers. ex Wallr.) Pat.	<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers. ex Wallr.) Pat.
8	Сухостой, пни	<i>Polyporus squamosus</i> Huds. ex Fr.	-	-
9	Сухостой, ветро- вальные деревья, пни	<i>Coriolus hirsutus</i> (Wulf.ex Fr.) Quel., <i>Daedalea quercina</i> L. ex Fr., <i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr., <i>Coriolus versicolor</i> (L. ex Fr.) Quel., <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. ex Fr.) Kumm.	<i>Fomes fomentarius</i> (L. ex Fr.) Gill., <i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.	<i>Fomes fomentarius</i> (L. ex Fr.) Gill., <i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.
10	Пни	<i>Coprinus micaceus</i> (Fr.) Fr., <i>Hypholoma capnoides</i> (Fr. ex Fr.) Kumm., <i>Hericium coralloides</i> (Fr.) Pers.	-	-

Грибная биота по морфологической, экологической и функциональной роли в осуществлении процессов круговорота веществ и энергии в природных циклах лесов разнообразна. Грибы прямо и косвенно влияют на процессы саморегуляции и самовосстановления, а также поддержания устойчивости буковых пралесовых экосистем.

Summary

Beech virgin forests occupy the largest area among the virgin forests of the Ukrainian Carpathians. They are absolutely of different ages, with an average cycle of development – 260-280, maximum – 370 years. Phases and stages of development (destructive-renewing, optimal, recovery) determine the accumulation of wood reserves which vary considerably – 120-770 m³/hec. The abolition of dead wood reaches 15-21% of the total biomass. 48 species of wood-rotting fungi-xylophile are detected and identified in the primeval beeches and they are found on the dead wood of beech. The most known and the most important species is the family Polyporaceae, which is represented by 15 species. Most xylophile are able to degrade 2-3 substrates. The largest number of wood-rotting fungi is found in the wood substrate – windfall trees, stumps, dead trees and live attenuated trees. Fungi xylophile play a major role in the decomposition of wood.

Литература

1. Бондарцев А. С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа / А. С. Бондарцев. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 1100 с.
2. Зерова М. Я. Атлас грибов Украины / М. Я. Зерова.– К.: Наук. думка, 1974. – 252 с.
3. Зерова М. Я. Определитель грибов Украины. – В 5-ти т. / М. Я. Зерова, Г. Г. Радзиевский, С. В. Шевченко. – К.: Изд-во «Наук. думка», 1972. – Т. 5, кн. 1. – 239 с.
4. Исиков В. П. Грибы на деревьях и кустарниках Крыма: систематический каталог / В. П. Исиков; И. о. Укр. Акад. аграр. Наук, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2009. – 300 с.
5. Стойко С. М. Морфологическая структура буковых пралесов / С. М. Стойко, Е. И.

Цурик, П. Р. Третьяк. Флора и растительность Карпатского заповедника. – К. : Наук. думка, 1982. – С.178–189.

6. Татарина О. К. Ксилотрофные базидиомицеты Олевского физико-географического района Житомирского Полесья / О. К. Татарина // Тематический сборник ИЭК НАНУ. – 2003. – Вып. 5. – С. 182–186.

УДК 630*443.3

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ КОНСПЕКТ БИОТЫ МУЧНИСТОРОСЯНЫХ ГРИБОВ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Чураков Б. П., Корнилин К. Е., Романова Т. А.

Ульяновский государственный университет, Россия, Ульяновск, churakovbp@yandex.ru

В период с 2010 по 2015 г. были проведены полевые исследования биоты мучнисторосяных грибов деревьев и кустарников лесов левобережной и правобережной частей Ульяновской области. В левобережье р. Волги были обследованы лесные насаждения Ульяновского, Старомайнского и Мелекесского лесничеств, в правобережной части леса – Сенгилеевского, Ульяновского и Кузоватовского лесничеств.

Определение видов мучнисторосяных грибов проводилось по определителям и справочным пособиям П. Н. Головина (1960), М. В. Горленко (1983), А. А. Ячевского (1927). Названия и систематическое положение грибов выверены с помощью базы данных Index Fungorum (2015). Некоторые виды мучнисторосяных грибов лесов Ульяновской области описаны в работах Э. С. Хусейина и Б. П. Чуракова (2016).

Все обнаруженные виды мучнисторосяных грибов относятся к семейству – Erysiphaceae, порядку – Erysiphales, подклассу – Leomycetidae, классу – Leomycetes, подотделу – Pezizomycotina, отделу – Ascomycota.

На деревьях и кустарниках в лесах левобережной части области были отмечены следующие виды мучнисторосяных грибов (табл. 1):

Таблица 1. Список мучнисторосяных грибов деревьев и кустарников левобережной части Ульяновской области

Род	Вид	Порода
Microsphaera	<i>M. grossulariae</i> (Wallr.) Lev.	<i>Ribes grossulariae</i> L.
	<i>M. van bruntiana</i> Gerard.	<i>Sambucus racemosa</i> L.
Uncinula	<i>U. salicis</i> f. <i>populorum</i> Rabh.	<i>Populus balsamifera</i> L.
Erysiphe	<i>E. berberidis</i> DC.	<i>Berberis vulgaris</i> L.
	<i>E. ornata</i> U.Braun & S.Takam	<i>Betula pendula</i> Roth.
	<i>E. lonicerae</i> (DC.), in de Candolle & Lamarch	<i>Lonicera tatarica</i> L.
	<i>E. alphitoides</i> (Griff. & Maubl.) U.Braun & S.Takam	<i>Quercus robur</i> L.
	<i>E. Palczewskii</i> (Jacz.) U.Braun & S.Takam	<i>Caragana arborescens</i> Lam.
	<i>E. syringae</i> Scwein.	<i>Syringa vulgaris</i> L.

	<i>E. divaricata</i> Wallr.	<i>Frangula alnus</i> Mill.
	<i>E. aceris</i> DC., in de Candole & Lamarch	<i>Acer platanoides</i> L.
	<i>E. prunastri</i> DC.	<i>Prunus spinosa</i> L.
	<i>E. adunca</i> (Wallr.) Fr.	<i>Salix caprea</i> L., <i>S. alba</i> L. <i>S. alba</i> L.
	<i>E. clandestine</i> Biv.	<i>Ulmus laevis</i> Pall.
Phyllasticta	<i>Ph. suffulta</i> f. <i>coryli avellanae</i> Jacz.	<i>Corylus avellana</i> L.
	<i>Ph. suffulta</i> f. <i>oxycanthae</i> Roumeg.	<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.
Sphaerotheca	<i>S. pannosa</i> v. <i>rosae</i> Woronich.	<i>Rosa canina</i> L.
	<i>S. mors-uvae</i> (Schwein.) Berk.et Curt.	<i>Ribes nigrum</i> L.
Podosphaera	<i>P. oxycanthae</i> Jacz.	<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.

На деревьях и кустарниках левобережной части области обнаружены 19 видов грибов. Из них 12 видов были отмечены на деревьях и кустарниках и в правобережной части области. 7 видов (*Erysiphe berberidis*, *E. lonicerae*, *E. Palczewskii*, *E. clandestine*, *Phyllasticta suffulta* f. *oxycanthae*, *Podosphaera oxycanthae* f. *crataegi* *Sphaerotheca pannosa* v. *rosae*) отмечены только в левобережье области. Наибольшим представительством характеризуется род *Erysiphe*, который представлен 12 видами, из них 7 отмечены на кустарниках и 5 – на деревьях. Роды *Uncinula* и *Podosphaera* представлены одним видом. На кустарниках выявлено 14 видов, на деревьях – 5 видов мучнисторосяных грибов.

В правобережной части области на деревьях и кустарниках были отмечены следующие виды мучнисторосяных грибов (табл. 2):

Таблица 2. Список мучнисторосяных грибов деревьев и кустарников правобережной части Ульяновской области

Род	Вид	Порода
Microsphaera	<i>M. grossulariae</i> (Wallr.) Lev.	<i>Ribes grossulariae</i> L.
	<i>M. van bruntiana</i> Gerard.	<i>Sambucus racemosa</i> L.
	<i>M. Friesii</i> (Lev.) Sacc.	<i>Rhamnus catharticus</i> L.
Uncinula	<i>U. salicis</i> f. <i>populorum</i> Rabh.	<i>Populus balsamifera</i> L.
Erysiphe	<i>E. syringae</i> S. Schwein.	<i>Syringa vulgaris</i> L.
	<i>E. ornata</i> U. Braun & S. Takam	<i>Betula pendula</i> Roth.
	<i>E. alni</i> DC.	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench., <i>A. glutinosa</i> (L.) Gaertn.
	<i>E. alphitoides</i> (Griff. & Maubl.) U. Braun & S. Takam	<i>Quercus robur</i> L.
	<i>E. divaricata</i> Wallr.	<i>Frangula alnus</i> Mill.
	<i>E. aceris</i> DC., in de Candole & Lamarch	<i>Acer platanoides</i> L.
	<i>E. prunastri</i> DC.	<i>Prunus spinosa</i> L.
	<i>E. adunca</i> (Wallr.) Fr.	<i>Salix caprea</i> L., <i>S. alba</i> L. <i>S. alba</i> L.
Sphaerotheca	<i>S. macularis</i> f. <i>rubi</i> Rehm.	<i>Rubus idaeus</i> L.
	<i>S. macularis</i> f. <i>rosae</i> Jacz.	<i>Rosa canina</i> L.
	<i>S. mors-uvae</i> (Schwein.) Berk. et Curt.	<i>Ribes nigrum</i> L.
Podosphaera	<i>Podosphaera leucotricha</i> (Ellis & Everh.) E.S. Salmon	<i>Malus sylvestris</i> Mill.
	<i>P. tridactyla</i> f. <i>padi</i> Jacz.	<i>Padus racemosa</i> (Lam C.K.)
	<i>P. tridactyla</i> f. <i>pruni</i> Golov.	<i>Prunus spinosa</i> L.
	<i>P. aucuparia</i> Eriksson.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.

	<i>P. pruni ulmifolia</i> Golov.	<i>Prunus ulmifolia</i> Franch.
	<i>P. erineophila</i> Naumov	<i>Betula pendula</i> Roth.
Phyllactica	<i>Ph. suffulta</i> f. <i>betulae</i> Thuem.	<i>Betula pendula</i> Roth.
	<i>Ph. suffulta</i> f. <i>coryli avellanae</i> Jacz	<i>Corylus avellana</i> L.
Trichocladia	<i>T. evonimy</i> Neger.	<i>Evonimus verrucosa</i> Scop.

В правобережной части обнаружены 24 вида мучнисторосяных грибов. Из них 12 видов (*Erysiphe alni*, *Sphaerotheca macularis* f. *rubi*, *S. macularis* f. *rosae*, *Microsphaera Friesii* (Lev.) Sacc., *Podosphaera leucotricha*, *P. tridactyla* f. *padi*, *P. tridactyla* f. *pruni*, *P. aucuparia*, *P. pruni ulmifolia*, *P. erineophila*, *Phyllactica suffulta* f. *betulae*, *Ph. suffulta* f. *coryli avellanae*) были встречены на деревьях и кустарниках только в правобережной области. Больше всего видов относятся к двум родам *Erysiphe* (8 видов) и *Podosphaera* (6 видов). Одним видом представлены роды *Uncinula* и *Trichocladia*. 14 видов обнаружено на кустарниках и 10 – на деревьях.

Summary

On trees and bushes of the Ulyanovsk region are found 31 look the muchnistorosyanykh of mushrooms. In left-bank part of the area 7 species of the mushrooms which aren't found in right-bank part are revealed. In right-bank part of the area 12 types which aren't noted in left-bank part are revealed. The greatest number of types in the woods of area has presented the sort *Erysiphe*.

Литература

1. Головин П. Н. Мучнисто-росяные грибы, паразитирующие на культурных и полезных растениях / Москва–Ленинград: изд-во АН СССР. – 1960. – 264 с.
2. Горленко М. В. Мучнисто-росяные грибы Московской области / М.: изд-во МГУ им. М.В.Ломоносова. – 1983. – 72 с.
3. Хусейин Э. С., Сельчук Ф., Чураков Б. П., Корнилин К. Е., Романова Т. А. Микробиоты деревьев и кустарников лесов провинции Дюздже (Турция) и Ульяновской области (Россия) // Микол. и фитопатол. – 2016. – Т.50. – Вып. 1. – С. 35–42.
4. Index Fungorum (2015) <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>. Accessed 20 February. – 2015.

**КОЛЛЕКЦИЯ МИКРОМИЦЕТОВ ГЕРБАРИЯ ГРИБОВ MSK-F ИНСТИТУТА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ**

Шабашова Т. Г., Беломесяцева Д. Б., Лысюк В. О.

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси»,
г. Минск, Беларусь, tiniti@inbox.ru

Биологическое разнообразие, как мера биологической изменчивости видов, относится к ключевым вопросам в науке. Поэтому создание и сохранение гербариев является основной целью для объединения усилий по сохранению естественного природного разнообразия планеты. Гербарии и коллекции, выделяемые на территории любого государства, являются его национальным достоянием. В связи с этим возрастает ценность гербариев, так как они становятся не только центром пополнения, но и хранилищем фондов грибного разнообразия страны, сохранения генетических ресурсов, делая их доступными для использования в научных исследованиях. Гербарий грибов (MSK-F) лаборатории микологии является частью ботанического гербария Института экспериментальной ботаники. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 июня 2002 года № 758 гербарий Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси признан крупнейшим в республике собранием документированных растений и объявлен научным объектом, составляющим национальное достояние.

Микологическая коллекция MSK-F является наиболее молодой частью гербария. Она содержит материалы о видовом разнообразии грибов по таксономическим группам и группам жизненных форм, что создает хорошие перспективы для дальнейшего развития исследований в области микологии.

Грибы стали предметом изучения в Беларуси еще в начале XIX века. Первая дошедшая до нас работа, в которую были включены 17 видов микроскопических грибов, найденных на территории Беларуси, принадлежит J. Jundzill (1830), в дальнейшем сборы были сделаны польскими ботаниками K. Filipowicz, A. Kastory, F. Bloński и др., два вида из рода *Frankia* (anamorphic Diaporthales) и *Erineum* (incertae sedis) были включены в книгу Bloński (1889). Более поздние сборы проводились российскими микологами А. Ячевским, Г. Дорогиным и С. Шембелем. Продолжали публиковаться польские микологические сборы, в частности А. Kastory (1912) приводит данные по видам грибов Витебского и Оршанского районов.

Первые публикации о сборах микроскопических грибов советского периода относятся к 1925 году. Это статья Г. Н. Высоцкого с соавторами «По южной Белоруссии. Наблюдения при ботанической экскурсии», а также «Первый список грибов и микомицетов Белоруссии» Л. А. Лебедевой. В работах Лебедевой, как и в «Грибах Смальявицкага района (Меншчына)» В. Ф. Купревича (1931), основное внимание уделялось хозяйствен-

но значимым возбудителям ржавчины. Г. И. Нестерчук (1927) описывал виды анаморфных грибов на сеянцах в лесном питомнике, С. М. Тупяневич (1930, 1932) на бобовых травах.

В Западной Беларуси в эти годы работали польские ботаники, так, Z. Tumiłowiczówna (1935) приводит список из 69 анаморфных грибов, собранных в Волковысском районе.

После окончания Второй мировой войны в БССР вышел ряд публикаций, посвященных видовому составу фитопатогенов сельскохозяйственных растений, в частности статьи Е. Г. Гулецкой (1958) по болезням кукурузы, О. Я. Стрельской (1958) по болезням льна.

К этому периоду относятся и первые сборы микромицетов, положившие начало гербаризации микромицетов (в настоящее время гербарий грибов MSK-F Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича). Наиболее ранними сборами (1950-е годы) микромицетов на территории нашей республики, хранящимися в нашем гербарии, являются ржавчинные виды и патогенные анаморфные грибы (родов *Bipolaris*, *Helminthosporium*, *Fusarium* и др.) на различных растениях-хозяевах, включая сборы В. Ф. Купревича и его ученицы М. А. Щербаковой.

В 70-е годы прошлого века под руководством академика Н. А. Дорожкина в лаборатории микологии ИЭБ были начаты исследования в области изучения патогенных грибов сельскохозяйственных растений, в частности картофеля и бобовых культур. В 1973 г. С. И. Бельской, В. И. Нитиевской и Н. И. Чекалинской начала создаваться коллекция чистых культур. С. И. Бельской, Т. М. Алексеевой, Л. М. Новиковой и Т. Г. Шабашовой изучались вопросы экологии микроорганизмов-возбудителей болезней картофеля и их антагонистов. В. И. Нитиевской, Н. И. Чекалинской и В. М. Корней по сборам и материалам изучения видового состава патогенной микобиоты бобовых трав были опубликованы данные о более чем 170 видах [1].

Еще одно направление, в котором формировался гербарий микромицетов, было связано с изучением болезней хвойных растений на территории Беларуси.

Патогенная микобиота хвойных интродуцированных пород изучалась сотрудником Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича В. Н. Федоровым (1978) [2, 3]. Исследуя болезни сеянцев хвойных пород, сотрудник лаборатории В. И. Корзенюк выявил ряд новых для нашей республики видов грибов (1990, 1991). В работе американского миколога Т. R. Nag Raj «Coelomycetous anamorphs with appendage-bearing conidia» (1993) опубликована новая комбинация *Pestalotiopsis stevensonii* (Peck) Nag Raj со ссылкой на В. И. Корзенюка, обнаружившего этот гриб на отмершей хвое сеянцев сосны в Беларуси (ранее вид считался сугубо североамериканским). Также В. И. Корзенюком был впервые описан род *Asarosporium* на хвойных [4]. К сожалению, большая часть гербарного материала в 80-х годах была передана на хранение в гербарий БИН РАН, в нашем

гербарии MSK-F хранится только часть образцов в виде дублетов.

В дальнейшем работа по изучению видового разнообразия микобиоты хвойных пород в Беларуси была продолжена Д. Б. Беломесяцевой [5]. Изучение микромицетов на можжевельнике, сосне, ели, пихте и некоторых хвойных интродуцентах позволило существенно пополнить гербарий как патогенными, так и сапротрофными видами. Т. Г. Шабашовой был собран значительный гербарий микромицетов, преимущественно развивающихся на листовых древесных и кустарниковых породах. Помимо сбора материала на естественных субстратах, в гербарии представлены грибы развивающиеся на строительных материалах, на бумаге, предметах интерьера в жилых помещениях и т. д.

Гербарий микромицетов лаборатории микологии содержит около 1000 видов, из них 112 новых видов, которые до 2000 г. не приводились для флоры Беларуси. Гербарий состоит из нескольких коллекций:

- Сборы микроскопических грибов 1940–1950 гг. Небольшой раздел, состоящий из образцов, собранных В. Ф. Купревичем. Раздел представляет собой, скорее, историческую ценность, т. к. в нем представлено весьма ограниченное количество видов, преимущественно семейства *Russiniaceae*.

- Сборы анаморфных грибов 1950-х гг., сделанные М. А. Щербаковой. Включают виды, относящихся к родам *Bipolaris*, *Helminthosporium* и *Togola*, развивающихся на дикорастущих травянистых и кустарниковых растениях.

- Микромицеты на с/х растениях. Большинство образцов было собрано и идентифицировано В. И. Нитиевской, Н. И. Чекалинской и В. М. Корней. Коллекция содержит 170 видов грибов, относящихся к родам *Peronospora*, *Mucor*, *Erysiphe*, *Golovinomyces*, *Microsphaera*, *Leptosphaerulina*, *Pleospora*, *Cymadothea*, *Chaetomium*, *Polythrincium*, *Sphaerulina*, *Sclerotinia*, *Pseudopeziza*, *Puccinia*, *Uromyces*, *Typhula*. Анаморфные грибы представлены родами *Alternaria*, *Botrytis*, *Cercospora*, *Cladosporium*, *Coniothyrium*, *Cylindrocarpon*, *Ramularia*, *Fusarium*, *Stemphylium*, *Ascochyta*, *Kabatiella*, *Pestalotia*, *Phoma*, *Septoria*, *Sporonema*, *Stagonospora*. Основные питающие растения, представленные в гербарии – клевер, люцерна, эспарцет, донник и людвенец. Наиболее ранние образцы относятся к началу 1960-х годов, и работа по сбору данной части гербария продолжалась вплоть до начала 2000-х годов. Многим гербарным образцам соответствуют штаммы в коллекции чистых культур, в том числе изоляты из ризосферы бобовых трав.

- Микромицеты хвойных пород. Коллекция начала формироваться в 1970-х гг. В. И. Федоровым, затем В. И. Корзенком. В последние годы пополнялась разными коллекторами. Самая большая часть коллекции (72 %) таксономически представлена грибами в анаморфной стадии таких родов, как *Bactrodesmium*, *Brachysporium*, *Chalara*, *Chloridium*, *Costantinella*, *Endophragma*, *Epicoccum*, *Fusidium*, *Harpographium*, *Monodictys*, *Ramichloridium*, *Septonema*, *Stachybotrys*, *Trimmatostroma* и др.

- Гербарий микромицетов, развивающихся на лекарственных растениях. Форми-

рование этой части гербария началось с 1998 г. и продолжается до настоящего времени. Изучая болезни дикорастущих и интродуцированных лекарственных растений, С. И. Кориняк идентифицировал около 200 видов микроскопических грибов, наиболее представлены рода *Alternaria*, *Cercospora* и *Pseudocercospora*. Небольшая, но интересная коллекция микофильных грибов, собранная в 2004 г. Г. Арнольдом и Е. О. Юрченко включает около 70 образцов микромицетов, развивающихся на шляпочных и трутовых грибах. В анаморфной стадии – 18 видов (род *Thysanophora* и др.).

- Микромицеты-биодеструкторы, собранные на различных субстратах и идентифицированные Т. Г. Шабашовой, С. И. Кориняком и Т. В. Купревич.

- Микромицеты на листовых древесных и кустарниковых породах естественных и антропогенных фитоценозов. Основная часть гербария представлена микромицетами отдела *Ascomycota*, основных классов: *Dothideomycetes*, *Eurotiomycetes*, *Leotiomycetes*, *Sordariomycetes* и *Pezizomycetes*, а также анаморфными грибами и микромицетами отделов *Zygomycota* и *Basidiomycota*. Коллекция пополняется разными коллекторами – Шабашовой Т. Г., Беломесяцевой Д. Б., Лысюк В. О., Юрченко Е. О.

В 2006 году О. С. Гапиенко и коллективом лаборатории микологии была подготовлена первая в отечественной микологической литературе сводка по грибам Беларуси, хранящимся в гербарии и коллекции чистых культур Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАНБ [6].

В последние годы сотрудниками лаборатории были опубликованы крупные монографии, отдельные разделы которых посвящены микромицетам – «Микобиота Национального парка «Припятский» (2012) [7], «Микобиота Национального парка «Браславские озера» (2014), совместная с коллегами из БИН РАН монография «Микобиота Белорусско-Валдайского Поозерья» (2013), «Флора Беларуси. Грибы. В 7 т. Т. 2. Анаморфные грибы. Кн. 1. Темноокрашенные гифомицеты» (2015) [8].

Подводя итоги краткого обзора истории создания, пополнения и поддержания гербария микромицетов изучения анаморфных грибов в Беларуси, следует отметить, что лаборатория микологии ИЭБ НАНБ является в нашей стране ведущим центром изучения данной группы грибов, а гербарий MSK-F – наиболее представительной коллекцией микромицетов, собранных на разных субстратах.

Summary

The first collection of micromycetes which had formed the basis of the herbarium has been collected by V.F. Kuprevich and his colleagues in the early fifties. Now the herbarium of micromycetes contains more than one thousand species, among them 120 are new to Belarus.

Литература

1. Нитиевская В. И., Беломесяцева Д. Б. Гербарий и коллекция микромицетов лаборатории микологии ИЭБ НАНБ // Проблемы ботаники на рубеже XX–XXI веков: Тез. докл. II(X)

- Съезда Российского ботанического Общества, СПб, 26–29 мая 1998 г. / РАН. Бот. ин-т. им. В. Л. Комарова. – СПб., 1998. – Т. 2. – С. 57.
2. Беломесяцева Д. Б. История изучения микромицетов, ассоциированных с хвойными породами в Беларуси // Проблемы лесоведения и лесоводства (Институту леса НАНБ – 75 лет): Сб. науч. трудов ИЛ НАНБ. Вып. 63. Гомель: ИЛ НАНБ, 2005. – С. 264–266.
 3. Федоров Н. И. Исследования в области лесной микологии и фитопатологии в Беларуси // Материалы Международной научной конференции «Биология, систематика и экология грибов в природных системах и агрофитоценозах», Мн.: ИООО «Право и экономика», 2004. – С. 235–239.
 4. Карзянок В. І. Патагенныя мікраміцэты сеянцаў і саджанцаў хваёвых парод у гадавальных Беларусі // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. – 1990. – № 3. – С. 10–13.
 5. Беломесяцева Д. Б. Микобиота в консорции можжевельника в Беларуси. – Мн.: ИООО «Право и экономика», 2004. – 236 с.
 6. Гапиенко О. С., Беломесяцева Д. Б., Кобзарь Н. Н., Кордияко Н. Г., Кориняк С. И., Шабашова Т. Г., Шапорова Я. А., Юрченко Е. О. Макромицеты, микромицеты и лишенизированные грибы Беларуси. Гербарий Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича (MSK-F, MSK-L) / Науч. ред. В. И. Парфенов, О. С. Гапиенко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – 501 с.
 7. Гапиенко О. С., Беломесяцева Д. Б., Шапорова Я. А., Шабашова Т. Г., Углянец А. В., Кориняк С. И., Юрченко Е. О. Микобиота Национального парка «Припятский», Научн. ред. академик В. И. Парфенов. – Минск: БГПУ, 2012. – 245 с., ил.
 8. Беломесяцева Д. Б., Шабашова Т. Г. Флора Беларуси. Грибы. В 7 т. Т. 2. Анаморфные грибы. Кн. 1. Темноокрашенные гифомицеты – Минск: Беларуская навука, 2015 – 162 с.: ил. ISBN 978-985-08-1835-5

УДК 582.288.4:579.63

ВИДОВОЙ СОСТАВ ГРИБОВ ЖИЛЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Шабашова Т. Г., Беломесяцева Д. Б., Кориняк С. И., Колос С. С.
ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси»,
г. Минск, Беларусь, tiniti@inbox.ru

Грибы как гетеротрофные организмы активно участвуют в процессах деструкции растительных, промышленных и иных материалов. Жители современных городов большую часть времени проводят в замкнутых помещениях в условиях искусственного климата и все больше сталкиваются с проблемой загрязненности их грибами из-за возросшей влажности в помещениях, присутствия бытовой пыли, оксида углерода, компонентов

табачного дыма, различных летучих органических и неорганических соединений, что создает благоприятные условия для развития грибов. Споры грибов попадают в помещения из внешней среды с атмосферным воздухом, заносятся человеком на одежде, обуви, предметах быта и т. д., а благодаря наличию широкого спектра ферментов, грибы могут использовать в качестве пищевого субстрата различные материалы как естественного, так и искусственного происхождения: древесину, обои, текстиль, масляные и водоэмульсионные краски, штукатурку, побелку, цемент. Могут активно колонизировать и расти на мебели, стенах, оконных рамах, трубах отопления, одежде, обуви и т. д., оказывая деструктивное действие не только на предметы интерьера, но и на здоровье человека. Данные о составе микрофлоры воздуха закрытых помещений весьма актуальны, так как в воздухе почти всегда присутствуют патогенные организмы, способные вызвать различные заболевания, а также провоцировать развитие аллергических реакций при высокой концентрации и прочих сопутствующих условиях [1, 2].

В рамках оказания услуг физическим и юридическим лицам в период 2013-2016 гг. были обследованы производственные и жилые помещения с признаками поражения плесневыми грибами в виде налетов на стенах, потолке, полу, окнах. Выделение грибов из проб образцов (фрагменты обоев, соскобы с поверхностей) на агаризованную питательную среду проводилось в соответствии с общепринятыми стандартными методами.

Всего было выделено порядка 52 видов мицелиальных грибов, 44 вида в анаморфной стадии, 1 вид в телеоморфной, 6 видов зигомицет, 1 вид дрожжей (табл.). Помимо грибов, при высеве проб постоянно выделялась бактериальная флора родов *Pseudomonas*, *Bacillus* и некоторых других.

При анализе мест выделения и определения грибов было отмечено, что в производственных помещениях, которые длительное время не использовались и подвергались постоянному чрезмерному увлажнению из-за протекания труб или кровли, на стенах и полу обитают, в основном, грибы таких родов, как: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Chaetomium*, *Penicillium*, *Saccharomyces*, *Trichoderma* и *Verticillium*.

В офисных помещениях при наличии кондиционеров, но в отсутствие нормально эксплуатирующейся вентиляции были выделены следующие виды грибов: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus ustus*, *Penicillium chrysogenum*, *Trichoderma koningii*, *Rhizopus stolonifer*. Данные микромицеты относятся к группе осмотических или ксерофильных грибов, которые выживают в относительно сухих условиях. Все выявленные виды грибов являются космополитами, т. е. обитают на всех субстратах и встречаются везде, при умеренной увлажненности заселяют подходящие для их роста и развития места.

Температура – один из главных факторов в распространении, росте и физиологической активности грибов. Большинство видов грибов растет в пределах 18–25 °С, именно такой тем-

пературный режим наблюдается в жилых помещениях, поэтому в квартирах при наличии увлажнения из-за протечек труб отопления или намокания наружных стен грибы гораздо быстрее колонизируют подходящие субстраты, а именно: стены, пол, потолок, оконные рамы.

Всего на стенах квартир, оклеенных обоями, и побелке было выявлено 32 вида микроскопических грибов родов *Aspergillus*, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Ulocladium*.

На стеклопакетах были выявлены такие виды: *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium expansum*, *Trichoderma viride*, *Ulocladium botrytis*.

В ванных комнатах грибы обычно активно заселяют потолок, швы между плитками, стыки между потолком и стенами. Там были обнаружены следующие виды: *Absidia spinosa*, *Alternaria alternata*, *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium lanosum*, *Penicillium expansum*, *Ulocladium botrytis*, *Umbelopsis isabellina*, *Trichoderma viride*.

На стенах в кухонных помещениях в основном преобладают грибы родов *Acremonium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichothecium*, *Ulocladium* и некоторые другие.

Таблица. Видовой состав грибов производственных (пп) и жилых помещений (кв)

Виды	Место отбора проб
<i>Absidia spinosa</i> Lendn.	кв
<i>Acremonium butyri</i> (J.F.H. Beyma) W. Gams	пп/кв
<i>Acremonium charticola</i> (Lindau) Gams	кв
<i>Acremonium strictum</i> W. Gams	пп/кв
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	пп/кв
<i>Alternaria tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	кв
<i>Aspergillus candidus</i> Link	пп/кв
<i>A. flavipes</i> (Bainier & R. Sartory) Thom & Church	кв
<i>A. flavus</i> Link	пп/кв
<i>A. fumigates</i> Fres.	пп/кв
<i>A. glaucus</i> Link	пп/кв
<i>A. niger</i> Tiegh.	пп
<i>A. terreus</i> Thom.	пп/кв
<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	пп/кв
<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom et Church	пп/кв
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	пп/кв
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	кв
<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link: Gray	пп/кв
<i>C. oxysporum</i> Berk. & M.A. Curtis	пп/кв
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz	кв
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	пп/кв
<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G. Sm.) Sacc.	кв
<i>Fusarium oxysporum</i> Schldtl.	кв
<i>Humicola grisea</i> Traaen	кв
<i>Mucor racemosus</i> Fresen.	кв
<i>Paecilomyces variotii</i> Bainier	кв
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx	пп/кв
<i>Penicillium brevicompactum</i> Dierckx	пп/кв

<i>Penicillium chrysogenum</i> (Thom)	пп/кв
<i>Penicillium decumbens</i> Thom	кв
<i>Penicillium expansum</i> Link	пп/кв
<i>Penicillium lanosum</i> Westling	кв
<i>Penicillium variabile</i> Sopp	кв
<i>Penicillium viridicatum</i> Westling	кв
<i>Phoma</i> sp.	кв
<i>Pithomyces chartarum</i> (Berk. & M.A. Curtis) M.B. Ellis	кв
<i>Rhizopus arrhizus</i> A. Fisch.	пп/кв
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	кв
<i>Rhizopus</i> sp.	пп/кв
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Meyen ex Hansen	пп
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bainier	кв
<i>Scopulariopsis brumptii</i> Salvanet-Duval	кв
<i>Stachybotrys chartarum</i> (Ehrenb.) S. Hughes	кв
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bonord.) Bain	пп/кв
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	пп
<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link	пп/кв
<i>Verticillium lecanii</i> (Zimm.) Viégas	пп
<i>Ulocladium alternariae</i> (Cooke) E.G. Simmons	кв
<i>Ulocladium atrum</i> Preuss	кв
<i>Ulocladium botrytis</i> Preuss	кв
<i>Ulocladium chartarum</i> (Preuss) E.G. Simmons	пп/кв
<i>Umbelopsis isabellina</i> (Oudem.) W. Gams	кв
<i>Mycelia sterilia</i>	пп/кв

При обследовании жилых помещений было отмечено, что видовой состав и структура грибов зависят от времени постройки дома, материалов, использованных при их строительстве. В новых домах панельного типа, где наиболее часто намокают торцевые стены и стыки, создаются благоприятные условия для колонизации их грибами, в основном *Alternaria*, *Cladosporium* и *Penicillium*, причем замечено, что данные роды являются «пионерами» заселения, с течением времени к ним добавляются и другие роды грибов *Acremonium*, *Aspergillus*, *Stachybotrys* и *Ulocladium*. Наибольшее «видовое разнообразие» наблюдается в квартирах домов 60–80 гг.

Вне зависимости от времени постройки дома при неправильной установке или эксплуатации пластиковых окон на них поселяются грибы родов *Alternaria*, *Cladosporium* и *Ulocladium*, приводя к значительной порче резиновых утеплителей и поверхности рам. В ванных комнатах, помимо основных родов грибов, часто встречаются грибы-гигрофилы родов *Acremonium*, *Humicola*, *Rhizopus* и *Trichoderma*.

Исследования, проведенные И. П. Щербинской и соавт. (2014) по г. Минску, также показали, что наиболее частыми контаминантами воздуха внутри помещений были грибы из родов *Penicillium* и *Aspergillus*, реже встречались *Cladosporium*, *Stemphylium*, *Rhizopus* и *Alternaria* [3].

Анализ структуры комплекса грибов жилых и промышленных помещений показывает, что по видовому разнообразию преобладают роды *Aspergillus* и *Penicillium*, но по степени доминирования и встречаемости в микобиоте помещений на поверхностях

основными являются представители родов *Cladosporium*, *Alternaria* и *Ulocladium* [4].

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант БРФФИ № Б 15-111).

Summary

Species composition micromycetes apartments and offices has been studied, we identified 52 species mainly in anamorphic stage such as genus – *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Trichoderma* and some others.

Литература

1. Паттерсон Р., Грэммер Л. К., Гринбергер П. А. Аллергические болезни. Диагностика и лечение // М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 2000.
2. Саттон Д, Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов // М.: Мир, 2001.
3. Щербинская И. П., Дудчик Н. В., Кравцова В. В. и соавт. Оценка микобиоты жилых помещений г. Минска // Современные проблемы гигиены, радиационной и экологической медицины. Гродно: ГрГМУ, 2014. С. 317–320.
4. Шабашова Т. Г., Беломесяцева Д. Б. Микромикеты жилых и производственных помещений // Успехи медицинской микологии. – Т. 14. – 2015. – С. 260–265.

УДК 630*28

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО УРОЖАЯ ОСНОВНЫХ РЕСУРСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ ГРИБОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГПУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ЗАКАЗНИК «НАЛИБОКСКИЙ»

Шапорова Я. А.¹, Гапиенко О. С.², Трухановец В. В.³

1. Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, Shaparawa74@belstu.by
2. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь, os_gapienko@mail.ru;
3. Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель, Беларусь, trukhanavets@tut.by

Республика Беларусь является сырьевой базой для заготовки различных видов грибов, это экономически выгодное мероприятие в государственных масштабах. Запасы грибных ресурсов не являются постоянными во времени, а подвергаются возрастным изменениям вместе со всем фитоценозом или изменяются под влиянием деятельности человека. Вопросы изучения плодоношения, формирования урожаев съедобных грибов

сложны, и решение их требует длительных усилий [1–2].

Современная концепция устойчивого управления лесами основана на принципах многоцелевого лесопользования, где большое значение придается рациональному использованию недревесных ресурсов леса и экосистемных услуг, предоставляемых лесом. Для этого каждый субъект должен владеть объективной оценкой своего ресурсного потенциала. В настоящее время чувствуется недостаточность изученности грибных ресурсов не для страны (на землях гослесфонда на сегодняшний день биологический урожай грибов составляет 61,5 тыс. т [3]), а для отдельных, конкретных объектов хозяйствования. В полной мере данное утверждение относится к ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский», который обладает ценными и уникальными естественными природными ландшафтами. Развитие экологического туризма, широкое вовлечение в хозяйственный оборот дикоросов, произрастающих на территории заказника, несомненно, позволит повысить эффективность деятельности заказника. В этой связи, согласно плану управления заказником, принятым в 2014 г., реализуя долгосрочные цели управления, а именно: «Совершенствование методов неистощительного использования ресурсов экосистем Налибокской пуши и их внедрение в практику в интересах местного населения», – РЛЗ заинтересован в оценке биологического урожая основных хозяйственно значимых видов грибов, произрастающих на его территории.

Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский» располагается на западе Республики Беларусь. Вся территория заказника (86 795 га) находится в пользовании ГЛХУ «Воложинский лесхоз», ГЛХУ «Столбцовский лесхоз», ГЛХУ «Новогрудский лесхоз», ГЛХУ Ивьевский лесхоз». Покрытая лесом площадь занимает в заказнике 70 909,6 га или 90,9 % его общей площади. Территория РЛЗ представляет собой крупный компактный массив относительно мало нарушенной естественной растительности, которая сформирована преимущественно средневозрастными хвойными и мелколиственными лесами с отдельными участками открытых болот и пойм. По разнообразию типов леса территория заказника может считаться довольно богатой. Здесь представлены леса от умеренно и слабо увлажненных; на сухих песчаных и свежих супесчаных почвах; от лишайниковой, брусничной, вересковой, мшистой и орляковой серий до осоковых, осоково-травяных, осоково-сфагновых и сфагновых по болотам различного типа питания на торфяно-болотных почвах и пойменных типов широколиственных лесов в долинах рек. Насаждения заказника на значительных площадях имеют естественное происхождение и представлены, в основном, 3–5 классами возраста [4].

Таким образом, условия произрастания и типологическая структура лесов, произрастающих на территории заказника, служат предпосылкой для формирования достаточно богатых урожаев хозяйственно значимых видов грибов. Таковыми представителями, в тривиальном понимании «вида», для изучаемой территории являются: лисичка обыкновенная, белый гриб, подосиновик, подберезовик, груздь белый, груздь черный, зеленуш-

ка, рядовка серая, колпак кольчатый, опенок осенний.

Проанализировав материал, мы пришли к выводу, что наибольшие грибоносные угодья характерны только для шести исследуемых объектов, а их наличие характерно в лесах всех возрастных категорий. Вместе с тем, выявлена господствующая тенденция преобладания исследованных единиц грибов в 40–80-летних древостоях (таблица 1).

Распределение грибоносных площадей по типам условий местопроизрастания (или трофо-гидротопам) показывает их приуроченность к свежим и влажным местообитаниям, причем прослеживается тенденция снижения встречаемости площадей грибных угодий с ростом почвенного плодородия. В сухих, сырых или болотистых условиях высокопродуктивные грибные угодья практически не встречаются. Грибные угодья расположены, в основном, в мшистой, черничной и кисличной сериях типов леса.

Грибные запасы определить трудно, так как нет четких признаков диагностики их наличия, грибоносные площади слабо выявлены, сложна также погодная и сукцессионная динамика массовых урожаев. Методика микоценологических исследований до сих пор далеко не полностью разработана, и каждый исследователь, в зависимости от решаемых им задач, пользуется своей.

Таблица 1. Распределение площадей грибных угодий в зависимости от возраста насаждений

Возраст	Площадь грибных угодий, %					
	белый гриб	лисичка	колпак кольчатый	подберезовик	подосиновик	груздь черный
0–10	1,5	1,7	0,5	1,4	1,3	1,1
11–20	2,3	1,7	1,1	2,6	2,5	4,1
21–30	4,5	4,4	2,2	5,4	5,9	8,7
31–40	8,4	5,9	5,4	8,3	9,2	6,9
41–50	22,7	21,0	14,3	20,1	21,3	17,0
51–60	24,1	45,5	36,3	22,9	21,5	23,0
61–70	14,9	12,3	25,6	15,8	14,4	15,6
71–80	7,8	2,6	10,7	9,4	10,8	9,0
81–90	2,7	1,2	2,2	4,3	3,8	4,7
91–100	2,2	1,1	1,2	2,6	2,5	7,8
101 и более	8,9	2,6	0,5	7,2	6,8	2,1
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

В первой, наиболее полной методической работе середины 50-х гг. XX в.: «Методы учета съедобных грибов в лесах СССР», Васильков Б. П. рекомендовал проводить учет грибных ресурсов экспериментальным, статистическим и методом опроса населения. Экспериментальный метод позволяет учитывать запасы грибов с помощью пробных площадей (по 0,25 и 0,5 га) с последующим пересчетом на общую грибоносную площадь. В

данном случае большой натяжкой является интерполирование процентного соотношения площадей типов леса одного лесного хозяйства на всю исследуемую территорию, а также урожайность, которая умножается на площади соответствующих типов леса, а не грибных угодий. Статистический метод основан на данных, полученных от заготовительных пунктов. Метод опроса населения является приближенным, основанном на глазомерном учете площадей грибовищ местными жителями.

В последующие годы для оценки грибных ресурсов лесоустроители на территории Беларуси наиболее часто использовали «Временную методику по учету дикорастущих плодов, ягод и грибов» (1977), «Основные положения организации развития лесного хозяйства Белорусской ССР» (1978), начиная с 90-х гг. – «Наставления по повышению продуктивности лесных съедобных грибов и оценке их ресурсов» [5]. На сегодняшний день при определении ресурсов грибов в нашей стране рекомендовано использовать работу «Методические рекомендации по рациональному использованию и охране лесных ягодных растений и угодий съедобных грибов Республики Беларусь».

Таблица 2. Сводная характеристика основных ресурсообразующих видов грибов, разрешенных санитарными нормами для заготовки и промышленной переработки

Виды по сан. нормам	Уточненные названия видов	Кат.	Типы лесорастительных условий	Грибно-носная площадь, га	Биологический урожай, т
Лисичка обыкновенная	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr. – Лисичка обыкновенная (желтая, настоящая).	III	A ₁₋₃ , B ₂₋₃	4568,6	71,8
Белый гриб	<i>Boletus aereus</i> Bull. – Белый гриб темно-бронзовый. <i>Boletus aestivalis</i> (Paulet) Fr. – Белый гриб сетчатый. <i>Boletus betulicola</i> (Vassilkov) Pilát & Dermek – Белый гриб березовый. <i>Boletus edulis</i> Bull. – Белый гриб, боровик. <i>Boletus edulis</i> f. <i>quercicola</i> Vassilkov – Белый гриб ф. дубовая. <i>Boletus pinicola</i> Rea. – Белый гриб сосновый, боровик. <i>Boletus pinophilus</i> Pilát & Dermek. – Белый гриб соснолюбивый.	I	A ₂₋₃ , B ₂₋₃ , C ₂₋₃ , D ₂₋₃	8862,3	44,9
Подосиновик	<i>Leccinum aurantiacum</i> (Bull.) Gray – Подосиновик красно-бурый (обабок красноголовый, осиновик красный, красный гриб, красноголовик). <i>Leccinum quercinum</i> (Pilát) E.E. Green & Watling – Подосиновик дубравный. <i>Leccinum versipelle</i> (Fr. & Hök) Snell – Подосиновик желто-бурый.	II	A ₂₋₃ , B ₂₋₃ , C ₂₋₃	8111,8	129,8

Подберезовик	<i>Leccinum holopus</i> (Rostk.) Watling – Подберезовик белый (обабок белый). <i>Leccinum melaneum</i> (Smotl.) Pilát & Dermek – Подберезовик черный. <i>Leccinum oxydabile</i> (Singer) Singer – Подберезовик окисляющийся. <i>Leccinum scabrum</i> (Bull.) Gray – Подберезовик обыкновенный (черноголовик).	II (III)	A ₁₋₄ , B ₂₋₄ , C ₂₋₄	12910,7	232,4
Груздь белый	<i>Lactarius resimus</i> (Fr.) Fr. – Груздь белый (настоящий).	I	B ₂₋₃ , C ₂	2998,1	13,5
Груздь черный	<i>Lactarius turpis</i> (Weinm.) Fr. (Syn. <i>Lactarius picator sensu auct. Mult.</i>) – Груздь черный (чернушка).	II (III)	A ₃ , B ₂₋₃ , C ₂₋₃ , D ₂₋₃	4112,1	98,7
Зеленушка	<i>Tricholoma equestre</i> (L.) P.Kumm. (Syn. <i>Tricholoma flavovirens</i> (Pers.) S. Lundell) – Зеленушка (зеленка).	IV	A ₁₋₂ , B ₂	3960,0	39,7
Рядовка серая	<i>Tricholoma portentosum</i> (Fr.) Quéf. – Рядовка серая (подзеленка).	IV	A ₁₋₂ , B ₂	3960,0	39,7
Колпак кольчатый	<i>Rozites caperatus</i> (Pers.) P. Karst. (Syn. <i>Cortinarius caperatus</i> (Pers.) Fr.) – Колпак кольчатый.	IV	A ₂₋₃ , B ₂₋₃ , C ₂₋₃ , D ₂₋₃	6971,7	195,2
Опенок осенний	<i>Armillaria borealis</i> Marxm. & Korhonen – Опенок бореальный. <i>Armillaria cepistipes</i> Velen. – Опенок клубневидный. <i>Armillaria ectypa</i> (Fr.) Lamoure – Опенок рельефный. <i>Armillaria gallica</i> Marxm. & Romagn. – Опенок толстоногий. <i>Armillaria ostoyae</i> (Romagn.) Herink – Опенок темный.	III	B ₂₋₄ , C ₂₋₄	6899,5	8,9

Данная методика актуальна, однако в документах по лесоустройству, зачастую в силу объективных причин, часто отсутствует весь необходимый исходный статистический материал для определения площади грибоносных угодий, а также приводится только максимально высокая урожайность для них. На постсоветском пространстве существуют различные подходы в вопросе определения биологического урожая ресурсообразующих видов грибов [6, 7].

Учитывая опыт других исследователей, а также результаты, полученные ранее при проведении подобного рода изыскательской работы [8], нами подготовлена обобщающая сводка, представленная в виде таблицы 2, по основным ресурсообразующим видам грибов, произрастающим на территории ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский».

Как видно из таблицы, суммарный биологический урожай хозяйственно значимых групп видов грибов для территории ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский» будет равен 880, 97 т, что составляет более 1,5 % от общего по Беларуси.

Summary

Trivial concept of groups of economically important mushrooms are combined, as a rule, several species. Their total biological yield on the territory of the SEA “Republican landscape reserve “Nalibokskiy” will be equal to – 880, 97 tons, which is more than 1.5 % of the total in Belarus.

Литература

1. Гримашевич В. В. Рациональное использование пищевых ресурсов леса Беларуси. – Гомель, 2002. – 259 с.
2. Гапиенко О. С., Кобзарь Н. Н. Научно-практические рекомендации по сохранению и использованию грибных ресурсов Гродненской области. – Минск, 1998. – 30 с.
3. Ковбаса Н. П. Комплексное использование недревесных, охотничьих и рекреационных ресурсов леса в Республике Беларусь. – Москва WWF России, 2015. – 64 с.
4. План управления ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский». – Минск, 2014.
5. Гримашевич В. В. Наставления по повышению продуктивности лесных съедобных грибов и оценке их ресурсов / В. В. Гримашевич, Л. П. Малый, В. И. Шубин и др. – Гомель, 1992. – 44 с.
6. Исследования недревесного растительного компонента лесных ресурсов (на примере ВНИИЛМ) / А. Ф. Черкасов, К. А. Миронов, В. Н. Косицын // Лесохоз. инф. – № 1, 2002. – С. 22–30.
7. Переведенцева Л. Г., Переведенцев В. М. Учет съедобных грибов в южно-таежных лесах Пермского края // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – Пермь: ПГУ, 2007. – № 5. – С. 24–27.
8. Отчет о научно-исследовательской работе «Микоризные дикорастущие грибы сосновых лесов Беларуси и их продуктивность» / № госрегистрации 20114199. – Минск, 2011. – 64 с.

УДК 582.284

КУЛЬТУРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ШТАММОВ STECCHERINUM OCHRACEUM (PERS.) GRAY ИЗ КОЛЛЕКЦИИ LE-BIN

Шахова Н. В. Псурцева Н. В.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия,
NShakhova@binran.ru, nadyapsu@binran.ru

Внастоящеевремяактивнопроводятсяисследования,направленныенапоискбазидиомицетов-продуцентов окислительных ферментов, а также на изучение оксидоредуктаз с новыми физико-химическими свойствами для использования в разнообразных прикладных целях [1, 2]. Однако большинство работ по изучению оксидоредуктаз касаются ограниченного числа видов грибов, таких, например, как *Trametes versicolor* (L.) Lloyd и

Phanerochaete chrysosporium Burds. [3]. Стекхериноидные грибы семейства Meruliaceae P. Karst., Rev. Mycol. 3 (9): 19, 1881 (= Steccherinaceae Parmasto, 1968) являются активными продуцентами внеклеточных оксидаз [4]. Тем не менее, экологические, физиологические и биохимические свойства этих грибов изучены недостаточно.

Целью работы является изучение штаммов *Steccherinum ochraceum* (Pers.) Gray из Коллекции культур базидиомицетов БИН РАН (LE-BIN), в том числе, получение культуральной характеристики при выращивании на агаризованных питательных средах, изучение физиолого-биохимических особенностей при культивировании на жидких средах и оценка активности окислительных ферментов.

Ксилотрофные грибы *S. ochraceum* (стекхеринум охряный) имеют однолетние базидиомы, обитают на древесине широкого круга лиственных пород, в виде исключения – на ели, относятся к видам, первично заселяющим древесину, и вызывают белую гниль. О географическом распространении можно судить по региональным сводкам и образцам в Микологическом гербарии БИН РАН. Вид наиболее характерен для умеренного и субтропического пояса Евразии, был отмечен также и в тропиках, широко распространен в России. Относится к ксеротолерантным и умеренно термофильным видам.

Культуры *S. ochraceum* были выделены в 2005–2014 гг. из образцов различного географического и субстратного происхождения (таблица 1). Штаммы хранятся в Коллекции LE-BIN с использованием метода субкультуры на сусло-агаре и дискового метода в дистиллированной воде при 4 °С, а также метода криоконсервации при -80 °С.

Для получения культурально-морфологической характеристики штаммы выращивали на стандартных питательных средах мальц-экстракт агар (MEA, Oxoid) и картофельно-декстрозный агар (PDA, Panreac) в чашках Петри (d 90 мм) в темноте в течение 5 недель. Посев культур проводили высечками d 6 мм из краевой зоны активно растущей колонии, помещая их с краю ч. Петри мицелиальным слоем вниз. Рост штаммов характеризовали по радиусу колоний (мм), измеряя их с 3-х суток через день до полного зарастания ч. Петри. Морфологическое описание и фото-документацию колоний проводили стандартными методами на 28 день роста колоний, для микроморфологической характеристики штаммов использовали AxioScope A1 (Carl Zeiss).

Таблица 1. Характеристика исследуемых штаммов *Steccherinum ochraceum*

№ штамма в LE-BIN	Происхождение штаммов			Рост на стандартных средах			
				MEA, Oxoid		PDA, Panreac	
	Год	Географический регион	Субстратная приуроченность	10 сут. (мм)	ч. Петри (сут.)	10 сут. (мм)	5 нед. (мм)
1963	2005	Россия, Камчатский край	Ствол обгоревшей березы	50,3±5,2	14	23,5±2,5	51,5±4,5
1994	2005	Россия, Приморский край	Сухая валежная ветка	30,6±0,9	22	12,0±1,0	34,5±0,5

2134	2006	Россия, Ростовская обл.	Валежная ветка лиственного дерева	51,6±5,4	14	14,5±0,5	49,5±0,5
2203	2007	Россия, Псковская обл.	Валежная ветка дуба	-	-	-	-
2296	2008	Россия, Алтайский край	Валеж ивы	39,0±1,4	18	14,0±0	39,0±1,0
3037	2012	Вьетнам, Нац. парк «Бидуп- Нуй-Ба»	Сухая ветка	25,0±4,5	52,3±1,7*	9,0±0	33,0±1,0
3090	2012	Россия, Приморский край	Прогнившая ветка лиственного дерева	18,3±4,8	61,6±6,9*	6,0±1,0	28,5±3,5
3120	2013	Россия, Орловская обл.	Валеж дуба	23,6±1,2	24	9,5±0,5	47,0±1,0
3174	2013	Россия, Калужская обл.	Валежная сухая ветка осины	31,0±3,3	20	15,5±2,5	57,5±2,5
3398	2014	Россия, Волгоградская обл.	Валежная ветка ольхи черной	28,5±1,9	28	11,5±2,7	33,7±2,4

*Радиус колонии через 5 недель роста.

Изучение активности оксидоредуктаз проводили с использованием экспресс-метода [5] при выращивании штаммов как на сусло-агаре, 4 и 2 % соответственно (С-А, «Северная пивоварня»), так и на агаризованной (2 %) глюкозо-пептонной среде (Г-П) с/без CuSO_4 в качестве индуктора (г/л): пептон – 3.0, глюкоза – 14.0, KH_2PO_4 – 0.6, K_2HPO_4 – 0.4, ZnSO_4 – 0.001, FeSO_4 – 0.0005, MnSO_4 – 0.05, MgSO_4 – 0.5, CuSO_4 – 0.15; pH 6.0. Для количественной оценки лакказной и пероксидазной активностей проводили глубинное культивирование штаммов на Г-П среде в орбитальном шейкере-инкубаторе (ES-20, «Biosan») в колбах (0.25 л) при 180 об/мин в течение 19–24 дней. Окислительные ферменты оценивали в динамике роста штаммов, каждые 2 дня отбирая аликвоты для замера pH среды и ферментативных активностей. Активность лакказы регистрировали спектрофотометрически по синингалдазину [6]. Пероксидазную активность определяли с использованием раствора ABTS в присутствии H_2O_2 [7].

Культивирование во всех опытах проводили при температуре 25 °С, не менее чем в трех повторностях. Для статистической обработки данных использовали программы Microsoft Excel и OriginPro 7.5.

Ростовые характеристики исследованных штаммов представлены в таблице 1. Была показана существенная вариабельность штаммов *S. ochraceum* по скорости роста на обеих исследованных средах, причем на среде MEA скорость роста всех штаммов значительно превосходила скорость роста на PDA. Наиболее быстрым ростом обладали штаммы с Камчатки LE-BIN 1963 и из Ростовской обл. LE-BIN 2134 – на 10 сутки радиус колоний обоих штаммов превосходил 50 мм, а полное зарастание ч. Петри ($r \geq 75$ мм) наступало за 2 недели. В то же время, на PDA радиус колоний этих штаммов составил 23,5 и 14,5 мм, а к 5 неделям роста достиг 51,5 и 49,5 мм соответственно. Наименьшей скоростью

роста обладал штамм из Приморского края, выделенный в 2012 г. LE-BIN 3090. На среде MEA штаммы *S. ochraceum* характеризовались шерстистыми, радиально волокнистыми, иногда перистыми колониями белого или светло-бежевого цвета. Внешняя линия ровная или волнистая, у шт. LE-BIN 1994, 3120, 3398 – изломанная, иногда сильно. Край колонии бахромчатый, с прижатыми, поднимающимися и погруженными гифами. Реверзум неизменен, запах неприятный. Генеративные гифы 2–5 мкм в диаметре, разветвленные, с регулярными пряжками, почти на каждой септе. Присутствуют анастомозы, гифальные вздутия, узлы, инкрустированные гифы и многочисленные кристаллы. На PDA колонии шерстистые, также волокнистые или перистые белого цвета, воздушный мицелий менее выражен. Внешняя линия неровная, край бахромчатый, прижатый или погруженный. Реверзум неизменен, запах неприятен. Микропризнаки не отличались от MEA. Было показано, что макроморфологические признаки разных штаммов *S. ochraceum* на MEA и PDA сильно варьировали, тогда как микроморфология штаммов оставалась стабильной. Полученные результаты могут служить для верификации штаммов и контроля чистоты вегетативного мицелия в условиях культуры. Однако исследованные штаммы не отличались хорошим ростом на использованных стандартных средах фирм Oxoid (MEA) и Panreac (PDA), поэтому дальнейшее изучение окислительного потенциала штаммов *S. ochraceum* проводили на средах С-А и Г-П.

На среде С-А штаммы также отличались по скорости роста, однако все штаммы полностью покрывали ч. Петри мицелием максимум за 3 недели. Быстрым ростом на С-А отличались шт. LE-BIN 1963, 1994 и 3037, зараставшие чашку за 7 дней. Результаты экспресс-теста на наличие окислительных ферментов показали высокую способность изученных штаммов к окислению синрингалдазина и гваякола. Выращивание ряда штаммов на агаризованной полусинтетической Г-П среде выявило для большинства штаммов понижение (по сравнению с С-А) как скорости роста (за исключением LE-BIN 1963), так и активности окислительных ферментов. Добавление индуктора (CuSO_4) в Г-П среду не повлияло на рост штаммов, но повысило активность оксидоредуктаз.

Использование экспресс-метода дает основание уверенно судить лишь о наличии у штамма оксидоредуктаз, однако делает невозможным выявление активности отдельных ферментов.

Результаты глубинного культивирования штаммов на Г-П среде показали, что у большинства штаммов максимальная активность, как лакказная, так и пероксидазная, была зарегистрирована на 19 сут. роста (таблица 2). При этом у всех штаммов наблюдалось характерное для грибов белой гнили повышение рН-среды по сравнению с исходной. Было показано увеличение лакказной и пероксидазной активностей в присутствии индуктора у подавляющего большинства штаммов *S. ochraceum*. Штамм LE-BIN 2134 характеризовался наиболее активным синтезом лакказ в присутствии Cu^{2+} – уровень лакказной активности возрастал в 27 раз. Штаммы LE-BIN 1994, 3120 и 3090 так-

же показали значительное увеличение лакказной активности при меди – в 16, 15 и 8 раз соответственно. Аналогичная картина наблюдалась и при анализе пероксидазной активности. Исключение составил штамм LE-BIN 2203, у которого на среде с медью не было зафиксировано существенных изменений как лакказной, так и пероксидазной активностей (таблица 2). Выявленная вариабельность штаммов по ростовым и биосинтетическим показателям, вероятно, связана с особенностями их географического происхождения и субстратной приуроченности. Однако каких-либо закономерностей в этом отношении пока не установлено.

Таблица 2. Активность окислительных ферментов при глубинном культивировании штаммов *S. ochraceum*

№ штамма в LE-BIN	Сутки роста	pH		Макс. лакказная акт., у. е x мл ⁻¹		Макс. пероксидазная акт., мкМ x мл ⁻¹ x мин ⁻¹	
		Г-П	Г-П +CuSO ₄	Г-П	Г-П+CuSO ₄	Г-П	Г-П+CuSO ₄
1963	19	7,28±0,01	6,40±0,02	19,5±0,1	157,7±7,1	0,126±0,001	0,581±0,020
1994	19	8,20±0,04	7,85±0,03	86,6±0,2	1274,0±4,0	0,186±0,001	2,034±0,007
2134	19	8,28±0,01	6,24±0,01	72,4±1,5	1986,0±22,0	1,580±0,005	1,722±0,007
2203	19	7,78±0	7,85±0,04	786,0±4,7	766,0±19,0	0,206±0	4,163±0,071
2296	14	7,95±0,02	7,74±0,01	62,0±0,2	134,3±4,7	0,244±0	0,364±0,001
3037	19	8,13±0,01	7,57±0,02	59,1±1,0	330,4±14,9	0,159±0	0,838±0,001
3090	19	8,20±0,01	7,95±0,01	113,2±0,4	926,0±8,0	0,066±0	2,427±0,136
3120	14	7,72±0	6,88±0,03	84,7±14,0	1296,0±58,0	0,524±0,003	4,610±0,407
3174	19	8,29±0,01	8,22±0,01	228,5±0,1	732,0±12,0	0,320±0	1,641±0,007
3398	19	8,03±0,04	7,88±0,01	92,6±4,0	499,0±5,0	0,123±0	1,325±0,003

Таким образом, в результате исследования была получена комплексная культуральная характеристика штаммов *S. ochraceum* из Коллекции LE-BIN и отобраны штаммы, представляющие интерес для дальнейшего изучения в целях биотехнологии.

Работа выполнена в рамках Государственного задания БИН РАН (регистрационный № 01201255617) и при финансовой поддержке гранта РФФИ 16-04-01184.

Summary

Cultures of white-rot basidiomycete *Steccherinum ochraceum* (Pers.) Gray from various geographical regions and woody substrates from the LE-BIN Culture Collection have been studied on culture characters and oxidative potential. The strains were grown on standard media MEA, Oxoid and PDA, Panreac for cultural study and on beer-wort agar and glucose-peptone medium (G-P) for evaluation of oxidase activity. Strains showed a great variety in growth rate and macromorphology, though micromorphology was stable. All strains revealed strong oxidoreductases activity in qualitative spot-test. Quantitative evaluation of laccase and peroxidase activity of the strains was made in dynamic during submerged cultivation on G-P. It was shown that addition of CuSO₄ into cultivation medium induced laccase and peroxidase

activity for studied strains up to 27 times.

Литература

1. Singh A. P. and Singh T. Biotechnological applications of wood-rotting fungi: A review // *J. Biomass and Bioenergy*. — 2014. — V. 62, — P. 198–206.
2. Upadhyay P., Shrivastava R., Agrawal P. K. Bioprospecting and biotechnological applications of fungal laccase // *J. Biotech.* — 2016. — V. 6, — P. 15–27.
3. Куликова Н. А., Кляйн О. И., Степанова Е. В., Королева О. В. Использование базидиальных грибов в технологиях переработки и утилизации техногенных отходов: фундаментальные и прикладные аспекты (обзор) // *Прикладная Биохимия и микробиология*. — 2011. — Т. 47, — № 6. — С. 619–634.
4. Псурцева Н. В., Шахова Н. В., Шевченко М. В., Яковлева Н. С. Поиск и изучение культур базидиомицетов – активных продуцентов окислительных ферментов // *Иммунопатология, аллергология, инфектология*. — 2010. — № 1. — С. 263.
5. Федорова Т. В., Шахова Н. В., Кляйн О. И., Глазунова О. А., Малошенок Л. Г., Куликова Н. А., Псурцева Н. В., Королева О. В. Сравнительный анализ лигнолитического потенциала базидиальных грибов, принадлежащих к различным таксономическим и экологическим группам // *Прикладная Биохимия и микробиология*. — 2013. — Т. 49, — № 6. — С. 1–10.
6. Leonowicz A. and Grzywnowicz K. Quantitative estimation of laccase forms in some white-rot fungi using syringaldazine as a substrate // *Enzyme Microb. Technol.* — 1981. — V. 3, — P. 55–58.
7. Tein, M., Kirk, T.K., Bull, C. and Fee, J. A. Steady-State and Transient-State Kinetic Studies on the Oxidation of 3,4-Dimethoxybenzyl Alcohol Catalyzed by the Ligninase of *Phanerochaete chrysosporium* Burds // *The Journal of Biological Chemistry*. — 1986. — V. 261, — P. 1687–1693.

УДК 579.8:582.24

ФИТОРЕГУЛЯТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ СО СПОРОФОРАМИ МИКСОМИЦЕТОВ

Широких А. А.¹, Широких И. Г.^{1,2}

1. Вятский государственный университет, Киров, Россия, aleshirokikh@yandex.ru
2. ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», Киров, Россия, irgenal@mail.ru

Грибоподобные протисты - миксомицеты (миксогастриевые слизевики) широко распространены в лесных экосистемах различных природно-климатических зон практически на всех материках [1, 2]. Миксомицеты обладают сложным жизненным циклом, в котором можно выделить типично «животные» и типично «грибные» стадии. Так, во время трофической стадии миксомицеты похожи на одноклеточные организмы (плаз-

модии миксамебы, зооспоры), на репродуктивной стадии их спорофоры напоминают плодовые тела грибов [3, 4]. Питание в жизненном цикле миксомицетов осуществляется на стадии плазмодия и миксамеб. Питаются они фаготрофно бактериями, дрожжами и спорами грибов, способны к пиноцитозу.

Все стадии жизненного цикла миксомицетов проходят в местообитаниях, изобилующих бактериями, которые представляют собой важный (если не основной) трофический ресурс для этих организмов. В связи с этим первые исследования взаимоотношений бактерий и миксомицетов были посвящены трофическим аспектам. Еще в 1941 году Кохен из плазмодиев миксомицетов *Badhamia urticularis* и *Didymium* sp. выделил 25 штаммов грамотрицательных подвижных бактерий [5]. Однако автору не удалось выявить никаких трофотаксисов миксомицетов к колониям определенных бактерий, как и установить симбиотические взаимодействия между бактериями и плазмодием. Позднее на образцах, полученных из лабораторных культур, а также собранных в полевых условиях, Блэквеллом было показано, что во время споруляции миксомицетов бактериальные клетки могут перемещаться в ножку спорофора [6]. В результате у семи видов миксомицетов с помощью просвечивающей электронной микроскопии в ножках спорофоров были обнаружены бактериальные споры.

В микроскопических препаратах спорофоров, приготовленных для идентификации миксомицетов, постоянно и в большом количестве обнаруживаются подвижные бактерии, но поскольку на стадии спорофоров миксомицеты не питаются, то рассматривать бактерии-спутники в качестве трофического ресурса нам представляется не вполне правомерным. Вместе с тем, в результате изучения бактерий, ассоциированных с диктиостелиевым слизевиком *Dictyostelium discoideum*, было сделано заключение, что бактерии-спутники представляют собой трофический запас для развития следующего поколения организмов [7]. Даже будучи очищенными от бактерий, диктиостелиды «подбирали» их снова, причем именно те виды, которые употребляли в пищу. В последующем выяснилось, что *D. discoideum* в ассоциации даже с «несъедобными» бактериями росли активнее, чем без них, т. е. бактерии-спутники нужны слизевикам не только как стратегический запас питания, но и для защиты от стрессов. До сих пор остается до конца не выясненным, какова роль бактерий, ассоциированных со спорофорами миксомицетов. Можно предположить, что эти бактерии выполняют протекторные и/или регуляторные функции, а значит, могут продуцировать физиологически активные вещества (ФАВ).

Если физиологическая активность бактерий-ассоциантов проявится в отношении растений, миксомицеты могут оказаться новым специфическим источником для поиска и изоляции ценных в биотехнологическом отношении штаммов микроорганизмов. В связи с этим нами была предпринята попытка выделения сопутствующих миксомицетам (на стадии спорофоров) бактерий в чистую культуру с последующим изучением их свойств. В задачи работы входила оценка бактериального разнообразия

на голодном агаре, где их рост происходил за счет питательных веществ, содержащихся в спорофорах, а также селективное выделение метилотрофных бактерий, характеризующихся фиторегуляторным действием за счет синтеза фитогормонов и других ФАВ [8].

Объектами исследования служили миксомицеты *Trichia decipiens* и *Metatrichia vesparia*, собранные в лесном массиве Государственного природного заповедника «Нургуш» (Кировская область, РФ). Эти виды миксомицетов, широко распространенные в лесных биоценозах по всей территории России, имеют выраженные морфологические различия. Спорофоры *T. decipiens* одиночные, обратно конусовидные, на ножке, покрыты пленчатым покровом – перидием, а у *M. vesparia* спорофоры состоят из нескольких, собранных вместе, спорангиев, покрытых двухслойным перидием. Наличие плотного перидия у того и другого видов позволило подвергнуть спорофоры миксомицетов поверхностной стерилизации в 75 % этаноле в течение 2-х минут, после чего их трижды промывали стерильной водой, растирали в ступке и готовили серию разведений для посева. В работе использовали голодный агар и минеральные среды с метанолом [9], жидкую и агаризованную последовательно. Для изоляции метилотрофных бактерий 0,5 мл суспензии, полученной после растирания спорофоров в ступке, помещали в 50 мл минеральной среды, содержащей 1 об. % метанола и инкубировали на качалке в течение 5 суток. После инкубации 0,5 мл суспензии помещали в 50 мл свежей среды и вновь культивировали в течение 5 суток. Так проводили 3–4 пассажа. Затем готовили серию разведений и высевали на минерально-метанольный агар.

На голодном агаре из спорофоров миксомицетов были изолированы 12 бактериальных культур, для поддержания которых в дальнейшем использовали среду RHM [10]. На минеральной среде с метанолом удалось выделить 6 штаммов. У всех изолятов были определены форма и размер клеток, их подвижность, способность к спорообразованию, тип клеточной стенки, способность продуцировать флуоресцирующие пигменты и тип метаболизма.

Оценку фиторегуляторных свойств изолятов проводили в водно-бумажной рулонной культуре. Для этого бактерии выращивали в течение 3-х суток в жидкой капустной среде [9]. Тест-объектом служила яровая пшеница сорта Приокская. Зерновки замачивали в жидких бактериальных культурах, разведенных 1:10 и 1:100, на 24 часа, затем помещали между двумя слоями увлажненной фильтровальной бумаги, которую сворачивали в рулоны, погружали их на треть в емкости с водой и инкубировали в течение 5 суток при 23 °С и фотопериоде 16 часов. Контролем служили зерновки, замоченные в капустной среде. В каждом варианте опыта закладывали по 100 зерновок. Измеряли линейные размеры и сухую биомассу проростков.

Способность бактерий продуцировать ауксины определяли колориметрическим методом с использованием реактива Сальковского [11]. Бактерии выращивали в жидкой среде Чапека с добавлением 0,2 г/л триптофана в течение 3 и 6 суток. Культуральную

жидкость освобождали от бактериальных клеток центрифугированием в течение 10 мин (6000 об./мин). Через 30–40 мин после добавления к надосадочной жидкости реактива Сальковского, в соотношении 1:2, оценивали содержание ауксинов при длине волны 540 нм. Для построения калибровочной кривой использовали разведения стандартного раствора, содержащего 0,8 индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) г/л.

Большинство бактерий, которые удалось изолировать на голодном агаре из спорофоров миксомицетов, были представлены неспорообразующими палочками с грамтрицательным типом клеточной стенки, обладающими активной подвижностью, не продуцирующими флуоресцирующие пигменты, с аэробным или факультативно анаэробным типом метаболизма. Грамположительные бактерии (30 %) были представлены кокками и коринеформными бактериями.

Изоляты, полученные на среде с метанолом, были представлены грамтрицательными неспорообразующими и непигментированными мелкими палочками, тогда как в составе факультативной метилотрофной микрофлоры, обитающей на поверхности растений или в их тканях, обычно преобладают розово окрашенные палочки. В составе же метилотрофной микрофлоры из спорофоров миксомицетов не было выделено ни одного пигментированного изолята. Четыре штамма из шести одинаково хорошо росли на среде с метанолом и на средах, содержащих углеводы (сахароза, глюкоза), что говорит об их факультативности.

При тестировании культур неметилотрофных бактерий стимулирующее действие на проростки пшеницы по всем трем показателям (биомасса, высота ростка, длина корня) оказали водорастворимые метаболиты штаммов mv9 и mv11 в разведении 1:10, выделенные из спорангиев *M. vesparia*. Метаболиты еще двух штаммов – td6 (1:10) и mv12 (1:100) – способствовали увеличению биомассы, а линейные размеры проростков увеличивала обработка семян метаболитами штаммов td6, mv10 (1:10) и mv11 (1:100).

Проверка способности бактериальных изолятов из спорофоров миксомицетов к синтезу ауксинов, участвующих во многих процессах регуляции роста и развития растений, показала, что штаммы по уровню продукции фитогормона различались незначительно. Содержание ИУК в жидких культурах неметилотрофных бактерий, измеренное на четвертые сутки культивирования, колебалось в пределах от 2,5 мкг/мл (штамм mv11) до 3,5 мкг/мл. (штамм mv10). При повторном определении на 6-е сутки культивирования только у штамма td6 повысилась концентрация ауксина с 2,8 до 3,5 мкг/мл, тогда как у остальных культур, наоборот, с увеличением продолжительности культивирования наблюдали снижение концентрации этого метаболита.

Среди метилотрофных бактерий стимулирующее действие на проростки пшеницы оказали пять штаммов, в основном, при разведении КЖ 1:100. Увеличению сухой биомассы и линейных размеров проростков в разведении 1:10 способствовали только жидкие метаболиты изолята td20. По сравнению с неметилотрофными бактериями (11–

17 %), обработка семян метаболитами метилотрофов обеспечивала более значительное увеличение морфометрических показателей растений (17–25 % к контролю). Кроме того, метилотрофные бактерии отличались большой активностью в отношении продукции ауксинов. Штаммы td15 и td16 продуцировали в среду ауксины в количестве 18,7 и 14,1 мкг/мл соответственно. Остальные штаммы метилотрофных бактерий (td18, td20, td21, td22) продуцировали ИУК в количестве от 9,0 до 9,6 мкг/мл.

Таким образом, в результате исследований установлено, что спорофоры миксомицетов *Trichia decipiens* и *Metatrichia vesparia* могут являться специфической экологической нишей для изоляции бактерий с фиторегуляторными свойствами. Показано, что бактерии из спорофоров миксомицетов стимулируют рост проростков и обладают способностью синтезировать фитогормоны ауксиновой природы. Вопрос о том, как попадают бактерии в спорофоры и какова их роль в их жизненном цикле миксомицетов, пока остается открытым и требует специальных исследований.

Summary

Myxomycetes (myxogastria) are widely distributed in forest ecosystems of different climatic zones. From the surface sterilized sporophores slime molds *Trichia decipiens* and *Metatrichia vesparia* (collected in the State nature reserve “Nurgush”, Russia) isolated 18 strains of bacteria-associants, including 6 non-pigmented methylotrophic bacteria. It is shown that the bacteria isolated from sporophores myxomycetes stimulate growth in wheat seedlings 11-25% of control and in the presence tryptophan produced indolyl-3-acetic acid into the medium in the amount of 9 -18.7 µg/ml. Sporophores of myxomycetes may be a particular ecological niche for the isolation of PGPR bacteria.

Литература

1. Madelin M. F. Myxomycete data of ecological significance // Trans. Br. Mycol. Soc. – 1984. – V. 83. – N 1. – P. 1–19.
2. Neubert H., Nowotny W., Bauman K. Die Myxomyceten. In 3 Banden. – B. 1 Ceratiomyxales, Liceales, Echinosteliales, Trichiales Berlin: Karlheinz Bauman Verlag Comaringen. – 1993. – 343 p.
3. Новожилов Ю. К., Гудков А. В. «Myцetozoa» // В кн.: Протисты. / Под ред. С. А. Карпова. СПб: Наука. – 2000. – С. 417–450.
4. Stephenson S. L., Stempen H. Myxomycetes: a handbook of slime molds. Timber Press Inc. Portland, Oregon. – 2000. – 183 p.
5. Cohen A. L. Nutrition of the myxomycetes. II. Relations between plasmodia, bacteria, and substrate in two-membered culture // Botanical Gazette. – 1941. – V. 103. – N 2. – P. 205–224.
6. Blackwell M. A study of sporophore development in the myxomycete *Protophysarum phloioenum* // Arch. Mikrobiol. – 1974. – V. 99. – P. 331–344.

7. Brock D. A., Douglas T. E., Queller D. C., Strassman J. E. Primitive agriculture in a social amoeba // *Nature*. – 2011. – V. 469. – P. 393–396. doi:10.1038/nature09668
8. Троценко Ю. А., Доронина Н. В., Торгонская М. Л. Аэробные метиловобактерии / Отв. ред. В. Ф. Гальченко. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН. – 2010. – 325 с.
9. Каталог культур микроорганизмов / Под. ред. Л. В. Калакуцкого и М. В. Фатеевой. Пушино-Москва: ВКМ ИБФМ РАН – 1992. – 288 с.
10. Белимов А. А., Кунакова А. М., Груздева Е. В. Влияние рН почвы на взаимодействие ассоциативных бактерий с ячменем // *Микробиология*. –1998. –Т. 67. – № 4. – С. 561–568.
11. Libbert E., Rich H. Interaction between plants and epiphytic bacteria regarding their auxin metabolism // *Physiol. Plant*. – 1969. – V. 22. – P. 51–58.

УДК 582.284:549.25

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ БАЗИДИОМИЦЕТАМИ РАЗНЫХ ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП В УРБООКСИСТЕМЕ

Широких И. Г.^{1,2}, Попыванов Д. В.², Широких А. А.^{2,3}

1. Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Киров, Россия, irgenal@mail.ru
2. Вятский государственный университет, 1fast@mail.ru
3. Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого, aleshirokikh@yandex.ru

В исследованиях загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) городских экосистем основное внимание обычно уделяется мониторингу элементов-загрязнителей в природных средах и объектах – вода, воздух, почва, растения [1], тогда как закономерность накопления ТМ таким компонентом биоты, как базидиальные грибы, практически не изучена. В городской среде под влиянием различного типа загрязнений – промышленного, транспортного, бытового и пр. – формируются специфические сообщества грибов, которые весьма существенно отличаются от природных сообществ зонального типа. В городских скверах и парках сообщество высших базидиальных грибов в основном представлено дроворазрушающими (ксилотрофными) видами базидиомицетов. Симбиотрофные микоризообразующие и напочвенные сапротрофные макромицеты встречаются реже, потому что в парках обычно убирается листовая подстилка – основное местообитание мицелия этих грибов.

Цель работы – сравнительное изучение аккумуляции ТМ (меди, цинка и свинца) базидиомицетами различных эколого-трофических групп в городской среде.

На территории парков и скверов города Кирова было собрано и проанализировано 94 образца базидиальных грибов, относящихся к 24 видам, 14 семействам и 4 порядкам (Polyporales, Agaricales, Russulaceae, Boletaceae). Грибы-ксилотрофы были представлены видами *Bjerkandera adusta*, *Fomes fomentarius*, *Ganoderma applanatum*, *Meripilus giganteus*, *Heterobasidion annosum*, *Panellus serotinus*, *Trametes hirsute*, *T. gibbosa*, *T. versicolor*, *Tyromyces stipticus*, *Panellus serotinus*. В общем количестве выявленных видов доля ксилотрофных грибов изменялась от 33–36 % в парках, заложенных в 40-е (парк им. С. М. Кирова) и 70-е (парк Победы) годы прошлого века, до 63 % в старовозрастных насаждениях Александровского сада (год закладки 1825). Среди напочвенных сапротрофов отмечены виды *Agaricus campestris*, *Clitocybe dealbata*, *C. nebularis*, *Collybia dryophila*, *C. fusipes*, *Coprinus niveus*, *Inocybe griseolilacina*, *Pluteus cervinus*, *Russula rosea*.

Группа симбиотрофных грибов-микоризообразователей включала *Cortinarius torvus*, *Hebeloma crustuliniforme*, *H. mesophaeum*, *Scleroderma verrucosum*, *Tricholoma terreum*. Доля микоризообразующих грибов в структуре микосообщества изменялась от 11 % в парке С. М. Кирова до 25 % в Александровском саду.

Собранные образцы измельчали, высушивали при температуре 105 °С и тщательно размалывали до однородной массы. Валовое содержание меди (Cu), цинка (Zn), свинца (Pb) в плодовых телах базидиомицетов определяли на атомно-абсорбционном спектрометре Shimadzu-AA-6800 после озоления их биомассы в муфельной печи при 600 °С в течение 6 ч с последующим растворением зольного остатка в 10 мл 1 М HCl [2].

В экотопах, где был проведен сбор плодовых тел грибов, отбирали образцы почвы с глубины 0–5 см. Содержание подвижных форм Cu, Zn, Pb в почвах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии, предварительно экстрагируя воздушно-сухие почвенные образцы аммонийно-ацетатным буфером (pH 4,8) [3]. О способности грибов к биосорбции изучаемых элементов судили по коэффициенту накопления, рассчитываемому как отношение концентраций элемента в биомассе гриба и в слое почвы 0–5 см.

Анализ содержания ТМ в плодовых телах грибов показал, что оно определяется, в первую очередь, природой самого химического элемента. Медь (до 84,7 мкг/г) и цинк (до 253,6 мкг/г) накапливались грибами в большем количестве, чем свинец (до 5,4 мкг/г), что совпадает с результатами других авторов [4, 5] и наших предыдущих исследований [6]. Более интенсивное, по сравнению со свинцом, накопление меди и цинка, очевидно, связано с тем, что эти микроэлементы входят в состав ряда ферментов и участвуют в клеточном метаболизме. По способности накапливать медь и цинк между представителями различных эколого-трофических групп грибов отмечены выраженные различия, в то время как по накоплению свинца группы различались в меньшей степени, поскольку большинство исследованных грибов вообще не накапливали в плодовых телах Pb или накапливали его в незначительных количествах (менее 0,03 мкг/г) (рис. 1).

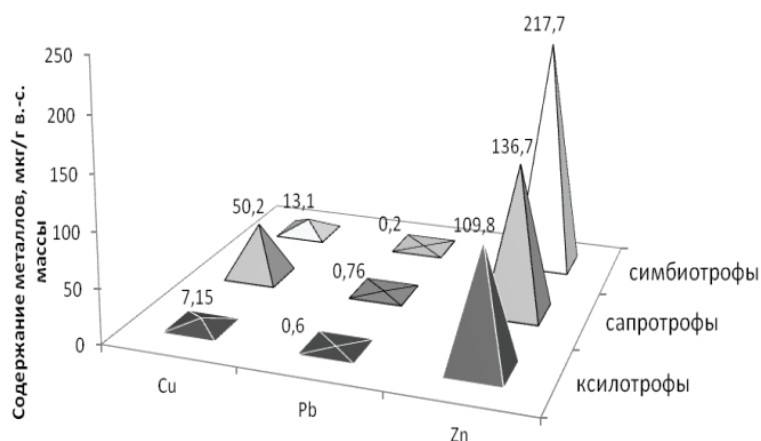


Рисунок 1. Среднее содержание ТМ в базидиомах грибов из разных эколого-трофических групп

По усредненным данным, максимальными концентрациями меди характеризовались плодовые тела наземных сапротрофных видов (50,2 мкг/г), а цинка – симбиотрофные микоризообразующие грибы (217,7 мкг/г). В разрезе отдельных видов медь наиболее интенсивно накапливали *Clitocybe nebularis* (84,7 мкг/г) и *Agaricus campestris* (42,9 мкг/г), а цинк – *Tricholoma terreum* (253,6 мкг/г) и *Cortinarius torvus* (236,7 мкг/г).

Расчет коэффициентов накопления металлов плодовыми телами показал, что они также изменялись в зависимости от принадлежности грибов к определенной эколого-трофической группе (рис. 2).

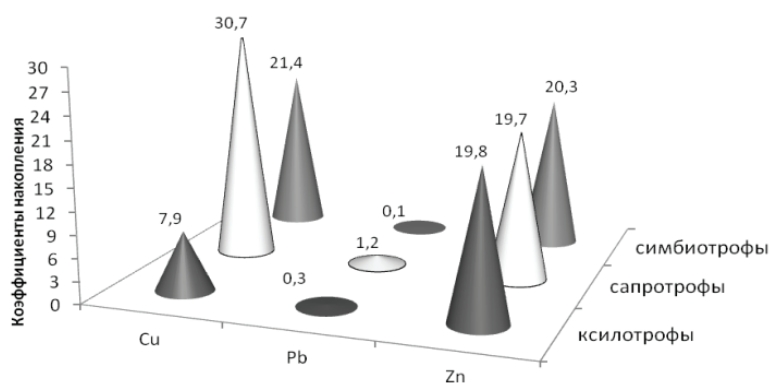


Рисунок 2. Коэффициенты накопления ТМ в базидиомах грибов из разных эколого-трофических групп.

В наибольшей степени представители разных эколого-трофических групп различались по способности извлекать из внешней среды медь. Так, коэффициенты накопления этого металла изменялись от 7,9 в базидиомах ксилотрофов до 30,7 в плодовых телах наземных сапротрофов. Микоризообразующие виды занимали по способности накапливать медь промежуточное положение. Способность концентрировать в плодовых телах свинец и цинк у представителей различных эколого-трофических групп варьировала в более узких границах. Так, средние значения коэффициента накопления цинка изменялись от

19,7 в группе наземных сапротрофов до 20,3 у симбиотических грибов-микоризообразователей. Максимальные коэффициенты накопления свинца отмечены для сапротрофных видов *Pluteus cervinus* (4,8) и *Inocybe griseolilacina* (3,2).

По суммарному накоплению ТМ в плодовых телах лидировали представители симбиотрофных микоризообразующих грибов (в среднем 230 мкг/г), существенно уступали им сапротрофные виды (187 мкг/г) и ксилотрофы (117,5 мкг/г). Среди симбиотрофов наибольшей аккумуляцией ТМ в плодовых телах отличались *Nebeloma crustuliniforme* (258,6 мкг/г) и *Tricholoma terreum* (277,2 мкг/г). Эти результаты говорят о более низкой чувствительности к токсичным металлам микоризных грибов в сравнении с ксилотрофными и наземными сапротрофными видами. Повышенная устойчивость симбиотрофов может быть связана с эволюционно сложившимися внутриклеточными механизмами: изоляция ТМ в симбиотических структурах помогает избежать интоксикации растению, предотвращая проникновение металлов в растительные клетки [7]. На поверхности грибных гиф имеется множество потенциальных участков связывания в виде свободных карбоксильных, гидроксильных, фосфатных и аминокрупп. Абсорбируемые свободными гифами металлы инактивируются, благодаря синтезу глутатиона и быстрому транспорту токсичных ионов в органеллы [8]. В регуляции устойчивости эктомикоризных грибов к ТМ участвует также ряд специфических белков [9].

Таким образом, в ходе исследований установлено, что эколого-трофические особенности базидиальных макромицетов обуславливают статистически значимые различия в накоплении их плодовыми телами изучаемых элементов в городской среде. Наибольшие значения массовых концентраций меди и свинца обнаружены в плодовых телах наземных сапротрофов. Концентраторы цинка – симбиотрофные микоризообразующие виды. Способность к накоплению меди в наибольшей степени выражена у *Clitocybe nebularis* (84,7 мкг/г), цинка – у *Tricholoma terreum* (253,6 мкг/г). Содержание свинца в плодовых телах исследованных грибов варьирует в узких пределах. Ярко выраженных накопителей этого элемента не выявлено.

Summary

94 samples related to 24 species of Basidiomycetes were collected on the territory of parks and gardens in various parts of the city. All samples belong to 14 families, 4 orders (Polyporales, Agaricales, Russulaceae, Boletaceae) were analyzed on content of heavy metals. It found that ecological and trophic features basidiomycetes macromycetes determine statistically significant differences in the accumulation of their fruit bodies of the studied elements in the urban environment. The highest of the mass concentrations of copper (50,2 $\mu\text{g/g}$) and lead (0,76 $\mu\text{g/g}$) found in the fruiting bodies of ground saprotroph. Zinc concentrate symbiotrophic mycorrhizal species (217,7 $\mu\text{g/g}$). The ability to accumulate copper is most pronounced in *Clitocybe nebularis* (84,7 $\mu\text{g/g}$), zinc – in *Tricholoma terreum* (253,6 $\mu\text{g/g}$). The lead content of the fruit bodies of fungi studied varies within narrow limits. Pronounced concentrators this element is not revealed.

Литература

1. Убугунов В. Л., Кашин В. К. Тяжелые металлы в садово-огородных почвах и растениях г. Улан-Удэ: Улан-Удэ: Изд-во Бурят. науч. центра, 2004. 125 с.
2. Отмахов В. И., Петрова Е. В., Пушкарева Т. Н., Островерхова Г. П. Атомно-эмиссионная методика анализа грибов на содержание тяжелых металлов и использование ее для целей экомониторинга // Изв. Томского политех., унив. 2004. Т. 307. № 6. С. 44–46.
3. Воробьева Л. А. Теория и практика химического анализа почв. М.: Геос, 2006. 400 с.
4. Цветнова О. Б., Щеглов А. И. Особенности накопления ¹³⁷Cs и тяжелых металлов в компонентах напочвенного покрова лесных экосистем // vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/11_02/MYCO.
5. Цветнова О. Б., Шатрова Н. Е., Щеглов А. И. Накопление радионуклидов и тяжелых металлов грибным комплексом лесных экосистем // Сб. науч. трудов ИЯИ. Киев. 2001. № 3(5). С. 171–176.
6. Широких А. А., Широких И. Г. Накопление тяжелых металлов ксилотрофными базидиальными грибами в городских экосистемах // Микология и фитопатология. 2010. Т. 44. Вып. 4. С. 359–366.
7. Смит С. Э., Рид Д. Дж. Влияние эктомикоризной колонизации на устойчивость к токсичным ионам металлов//Микоризный симбиоз. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2012. С. 378–381.
8. Blaudez D., Jacob C., Turnau K., Colpaert J. V., Ahonen-Jonnarth U., Finlay R., Botton B., Chalot M. Differential responses of ectomycorrhizal fungi to heavy metals in vitro// Mycological Research. 2000. V. 104. P. 1366–1371.
9. Andriaensen K., Vralstad T., Noben J. P., Vangronsveld J., Colpaert J. V. Copper – adapted *Suillus luteus*, a symbiotic solution for pines colonizing Cu mine spoils // Applied and Environmental Microbiology. 2005. V. 71. № 11. P. 7279–7284.

УДК 582.284

РЕДКИЙ ЛЕСНОЙ ВИД *MYCENA OREGONENSIS* – СИНАНТРОПНЫЙ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ (УРАЛ, РОССИЯ)

Ширяева О. С.

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия,
olga.s.shiryaeva@gmail.com

Екатеринбург – крупный промышленный город площадью 50 тыс. га и населением около 1,4 млн жителей, характеризуется высоким уровнем аэротехногенного загрязнения. С 2015 г. проводятся стационарные исследования по изучению влияния урбанизации на видовой состав и структуру сообществ агарикоидных грибов, в ходе которых обнаружен

неожиданный результат: на городских участках часто регистрируется вид *Muscena oregonensis* A.H. Sm. (Muscenaceae, Agaricales, Basidiomycota). *M. oregonensis* – сапротрофный гриб, распространен в Евразии и Северной Америке, но встречается редко по всему ареалу [8]. Этот вид ранее не был отмечен на нарушенных территориях, более того, в некоторых европейских странах, в соответствии с критериями МСОП, отнесен к категориям «Уязвимые» или «Находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому» (NT, VU). Т. е. предполагается, что в результате антропогенного воздействия сокращается численность или ареал *M. oregonensis*. Для многих грибов не установлены лимитирующие факторы или неизвестно, с какой силой они должны воздействовать и насколько должен измениться биотоп, чтобы это негативно отразилось на численности или размере ареала вида. В литературе встречаются сообщения о находках редких видов на нарушенных территориях, но не представлена оценка их численности. Аборигенные виды, которые увеличивают или сохраняют численность при слабых и умеренных нагрузках на экосистемы, относят (наряду с адвентивными) к синантропным [4]. Цель данного сообщения – сравнение встречаемости *Muscena oregonensis* на городских и загородных участках.

Сбор материала проводился в августе–сентябре 2015 г. на четырех участках. Два участка расположены в черте города (Юго-западный лесопарк и Ботанический сад УрО РАН) два – за его пределами (окрестности оз. Чусовского и оз. Глухого). По основным экологическим характеристикам (таксационные характеристики древостоя, почвенные параметры) городские и загородные участки сопоставимы друг с другом. Они представлены сосновыми лесами естественного происхождения со средним возрастом деревьев 120–140 лет [7], формирующимися на средне- и слабокаменистых типичных и оподзоленных буроземах [1]. Фитоценозы загородных участков относятся к ассоциации тростниково-вейниково-черничных лесов, городских – к будрово-крапивным лесам [2]. Урбанизированные леса, вероятно, являются производными от зеленомошно-кустарничковых ассоциаций, что согласуется с историческими данными: участки леса на территории Ботанического сада ранее были описаны З. И. Трофимовой [6] как сосняки мелкотравные, исходным вариантом для них она считала сосняки черничные. В каждом из четырех участков заложено по 4 (Юго-западный лесопарк, окрестности оз. Чусовского) или по 8 (Ботанический сад УрО РАН, окрестности оз. Глухого) стационарных площадок площадью 25 кв. м (далее ПП). Общее количество ПП – 24 (по 12 в городских и загородных лесах). Для количественной оценки выбран показатель «частота встречаемости», т. к. выявление обилия и численности вида сопряжено с трудностью определения границ особи. Принятые в микологии подходы – учет числа базидиом или единиц субстрата, на которых вид отмечен, – дают условное представление о численности вида. Для учета частоты встречаемости вида каждая ПП разделена на 25 субплощадок площадью 1 кв. м. Частота встречаемости вида на ПП рассчитывалась в процентах как отношение числа субплощадок, на которых вид отмечен за весь период исследования, к общему числу субплощадок (N=25). Такой

учет дает представление о занимаемом пространстве и роли вида в сообществе, хотя и не является прямым отражением численности вида. Другой показатель – постоянство вида – рассчитывался как отношение числа ПП, на которых вид отмечен, к общему числу ПП на вариант опыта (урбанизация, отсутствие урбанизации, N=12). Статистический анализ выполнен в пакете Statistica 6.0. Материал гербаризирован по стандартным методикам, размещен в SVER (гербарий Института экологии растений и животных УрО РАН).

Установлено, что частота встречаемости *M. oregonensis* выше на городских участках (рис. 1). Различие между двумя выборками статистически значимо (U-критерий Манна-Уитни, $p=0.05$).

В городских лесах частота встречаемости *M. oregonensis* на ПП варьирует в широких пределах – от 0 до 80 %, а в загородных – от 0 до 4 %. В урбанизированных лесах *M. oregonensis* характеризуется более высоким постоянством: найдена на 83,3 %, в загородных – на 8,3 % ПП.

По литературным данным известно, что вид встречается во влажных и заболоченных хвойных, хвойно-широколиственных лесах на разных элементах опада (шишки, мелкие ветки, кора, хвоя и др.). На Урале известно несколько локалитетов в Пермском крае [5] и Свердловской области [3, данные автора], преимущественно в высокотравных приручьевых и мелкотравных хвойных лесах, которые, вероятно, и являются ценооптимумом вида. Оценка частоты встречаемости вида на ПП в этих исследованиях не проводилась, что затрудняет интерпретацию полученных результатов, а именно: насколько характерна довольно низкая частота встречаемости *M. oregonensis* в сообществах вне города.

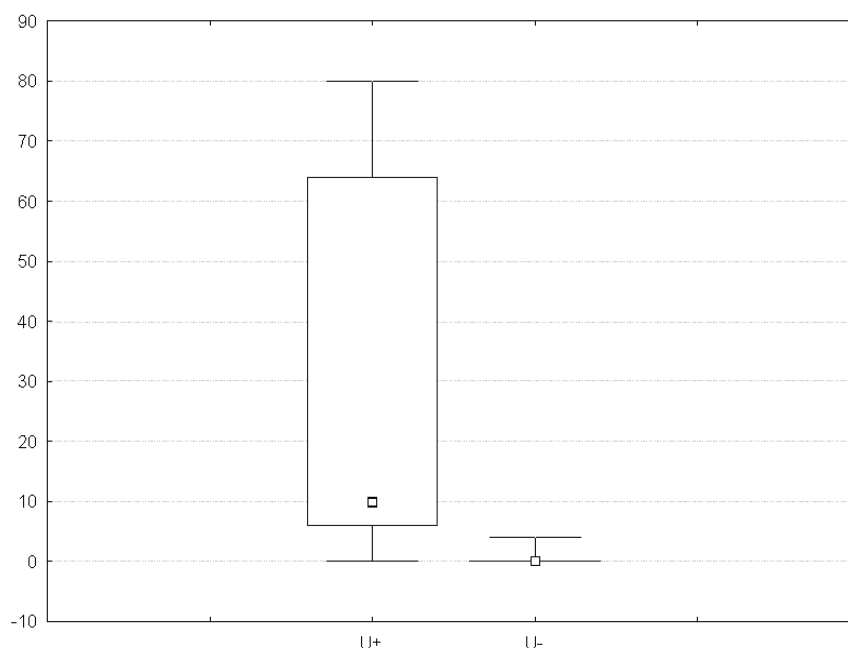


Рисунок. Встречаемость *Muscena oregonensis* на внутригородских (U+) и загородных (U-) участках. Квадрат – медиана, прямоугольник – верхний и нижний квартили, линии – абсолютный минимум и максимум

Городские участки характеризуются как нарушенные, растительность значительно трансформирована. Адвентивные виды (*Acer negundo* L., *Malus baccata* L., *Amelanchier spicata* (Lam.) C.Koch., *Cotoneaster lucidus* Schlecht. и др.) активно вселяются в состав сообществ и имеют высокое обилие, суммарная сомкнутость крон кустарников и деревьев подлеска достигает 75–85 % (в загородных лесах – до 20 %). Травяной покров разреженный, в нем доминируют синантропные нитрофилы (*Glechoma hederacea* L., *Urtica dioica* L.) [2], что вполне согласуется с увеличением содержания подвижных форм азота в почвах урбанизированных лесов [1]. Исследованные городские участки раньше представляли единый массив, расположенный на пологих склонах вдоль реки Черемшанки, в настоящее время подземной. Вероятно, были представлены комплексом сопряженных фитоценозов от черничных до мелкотравных с элементами высокотравья в понижениях или около временных водотоков. Возможно, на фоне общего сокращения числа видов грибов в нарушенных сообществах и снижения конкуренции произошло локальное увеличение встречаемости *M. oregonensis*.

Таким образом, представленные оценки свидетельствуют, что *M. oregonensis* сохраняется в крупных фрагментах естественных сообществ, несмотря на трансформацию биотопа и действие факторов, сопровождающих урбанизацию. При этом частота встречаемости вида выше в нарушенных сообществах. Выяснить, связан ли этот факт с действием урбанизации или это следствие изначальных индивидуальных отличий между исследованными участками – задача последующих оценок.

Работа выполнена при поддержке УрО РАН (проект № 15-12-4-32).

Summary

The frequency of *Mycena oregonensis* was examined in the permanent plots situated in urban and rural forests. The highest value of the species frequency was observed for the urban plots. There is a significant difference in the frequency of *M. oregonensis* between urban and rural sites.

Литература

1. Веселкин Д. В., Кайгородова С. Ю. Связь между агрохимическими свойствами почв урбанизированных лесов и строением эктомикориз сосны обыкновенной // Агрохимия. – 2013. – № 11. – С. 63–71.
2. Золотарева Н. В., Подгаевская Е. Н., Шавнин С. А. Изменение структуры напочвенного покрова сосновых лесов в условиях крупного промышленного города // Изв. Оренбургского гос. аграрн. ун-та. – 2012. – Т. 5 (37). – С. 218–221.
3. Марина Л. В. Агарикоидные базидиомицеты Висимского заповедника (Средний Урал) – СПб: Изд-во ВИЗР, 2006. – 102 с.
4. Мухин В. А., Веселкин Д. В., Брындина Е. В., Храмова О. А., Ушакова Н. В. Основные закономерности современного этапа эволюции микобиоты лесных экосистем. // Грибные

сообщества лесных экосистем. – Москва–Петрозаводск, 2000 – С. 26–36.

5. Переведенцева Л. Г. Конспект агарикоидных базидиомицетов Пермского края: монография. – Пермь: Перм. гос. пед. ун-т, 2008. – 86 с.

6. Трофимова З. И. Растительность Свердловского ботанического сада // Бюллетень главного ботанического сада. – 1949. – Вып. 2. – С.57–59.

7. Шавнин С. А., Галако В. А., Менщиков С. Л., Власенко В. Э., Марущак В. Н. Лесоводственно-таксационная оценка экологического состояния лесов в условиях рекреации и техногенного загрязнения // Изв. Оренбургского гос. аграрн. ун-та. – 2010. – № 3 (27). – С. 37–40.

8. Ronikier A. New record and distribution of *Mycena oregonensis* (Agaricales, Basidiomycetes) in Europe // Polish Botanical Journal. – 2003. – 48(2). – P. 127–130.

УДК 582.284

ПРИРОДНЫЕ ШТАММЫ *GANODERMA LUCIDUM*: ВЫДЕЛЕНИЕ, МОРФОЛОГИЯ И ХРАНЕНИЕ ЧИСТЫХ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Штаер О. В., Воронина Е. Ю., Дьяков М. Ю., Мажейка И. С.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия
shsts-oks@yandex.ru

Трутовик лакированный *Ganoderma lucidum* (W. Curtis:Fr.) P. Karst, исторически известен своими лечебными свойствами уже более двух тысяч лет, в настоящее время его выращивают в промышленных масштабах во многих странах мира [4,5,6]. Гриб привлекает внимание исследователей и практиков, работающих в разных областях, как возбудитель белой гнили ценных древесных пород, деструктор лигнина – для биологической обработки древесины, но основное значение данный гриб имеет в медицине и фармакологии [1,3]. На территории Российской Федерации также идет интенсивная работа по поиску и сбору коллекции новых штаммов из природных условий, с использованием как тканевого метода выделения чистой культуры (из плодовых тел), так и/или из споровых отпечатков [1,3]. И, как закономерный итог исследований, неизменно актуальна задача по сохранению наиболее ценных продуцентов в коллекциях без потери ими ценных свойств, методы хранения промышленно значимых штаммов нередко представляют коммерческую тайну и патентуются.

Единичные находки базидиом *Ganoderma lucidum* на территории Московской области известны примерно с 90-х годов прошедшего века [3]. Как правило, выделение в чистую культуру проводили тканевым методом и/или из спорового отпечатка плодового тела. Два новых штамма *G. lucidum*: G1-1 и G1-2 были выделены из базидиом тканевым методом на территории Московской области (лето 2015 г.). Для сравнения был исполь-

зован штамм GL6 из коллекции кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ, выделенный из обнаруженного плодового тела *G. lucidum* на территории Московской области (лето 2001 г.). Выделенные чистые культуры были введены в коллекцию кафедры микологии и альгологии МГУ по программе: «Депозитарий живых систем» биологического факультета МГУ (программа фонда РФ, проект № 14-50-00029). Целью нашей работы было выделение новых штаммов в чистую культуру, сравнительное описание макро- и микроморфологических особенностей штаммов с ранее выделенными и хранящимися в коллекции, а также апробация метода глубинной заморозки коллекции для хранения мицелиальных культур.

Все три штамма *G. lucidum* обладают значительной полиморфностью макроморфологических признаков (рис.1), тем не менее, их можно распределить на две четкие группы. Первый морфологический тип (I тип): G1-1 и G1-2, белые зональные колонии с желтовато-серым до темно-коричневого цвета плотным центром; край прижатый, поверхность порошистая. И второй морфологический тип (II тип) – GL6, колонии с твердой, плотной коркой, обычно темно-коричневой, иногда кремовой, с белыми секторами. Колонии зональные с концентрическими кругами разной структуры, поверхность колонии порошистая. Полученные нами данные полностью соответствуют предыдущим исследованиям морфологии природных штаммов, выделенных на данной территории [3].

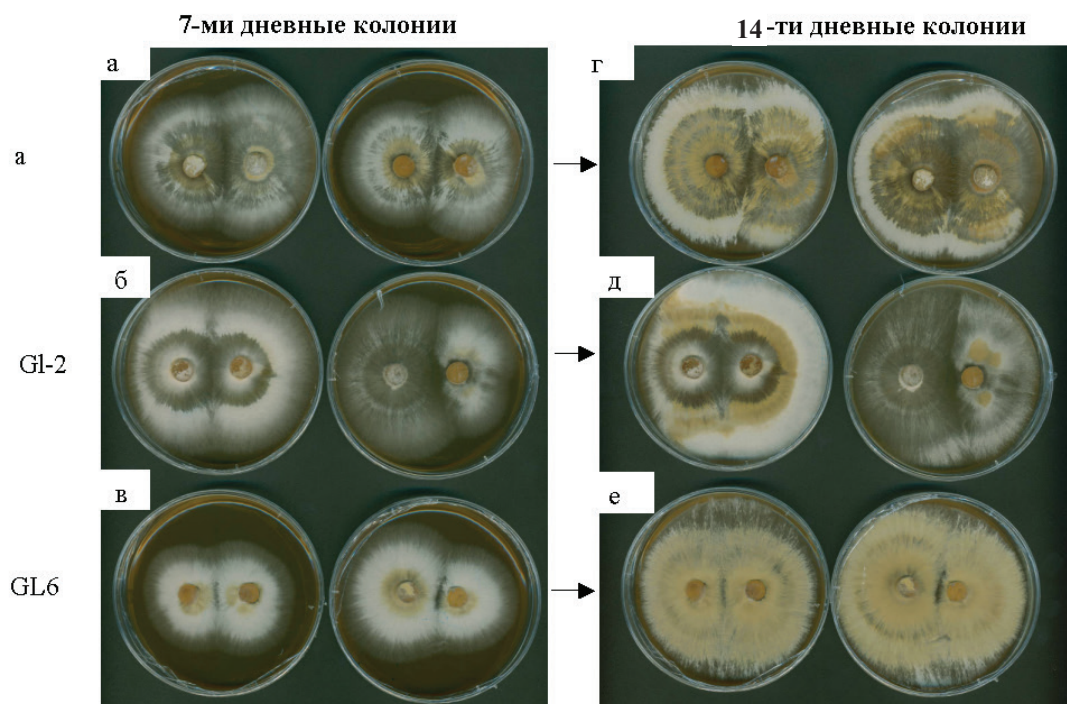


Рисунок 1. Развитие мицелиальных колоний на среде сусло-агар, штаммы *G. lucidum*: G1-1 (а, г), G1-2 (б, д), GL6 (в, е).

Для всех штаммов характерно зональное развитие колоний: на ранних этапах развития (от 3 до 7 дней роста) мицелий белый, без пигмента, край ровный, без секторов. По мере зарастания мицелием чашки Петри, колонии приобретают зональную окраску, от светло-бежевой до насыщенно коричневой – в местах образования плотной кожистой, с возрастом морщинистой, дерновинки. Причем окрашивание мицелия в пределах одного штамма может существенно отличаться: пигмент может проявляться в основании колонии и/или образовывать концентрические круги. У штамма GL6 к моменту полного зарастания чашки Петри мицелий, как правило, равномерно окрашен (рис.1). Описанные макро- и микроморфологические признаки полностью соответствуют описанию представителей комплексного вида *G. lucidum* [4, 5, 6].

Изучение скорости роста штаммов проводили при различных температурах (18, 22 (комнатная t° , $\pm 2-3^{\circ}C$), 28 и 37 $^{\circ}C$) на чашках Петри диаметром 9 см на среде сусло-агар – оптимальной среде культивирования для большинства видов базидиальных грибов. Наиболее благоприятными оказались температура в 22–25 (комнатная температура) и 28 $^{\circ}C$. Скорость роста мицелия исследуемых штаммов в пределах группы отличалась незначительно: у штаммов GI-1 и GI-2 (I тип) более 11 мм в сутки, у штамма GL6 (II тип), менее 9 мм в сутки). При 18 $^{\circ}C$ рост мицелия замедлялся у всех трех штаммов, без изменения микро- и макроморфологических признаков колонии. При 37 $^{\circ}C$ рост мицелия отсутствовал у всех 3 штаммов.

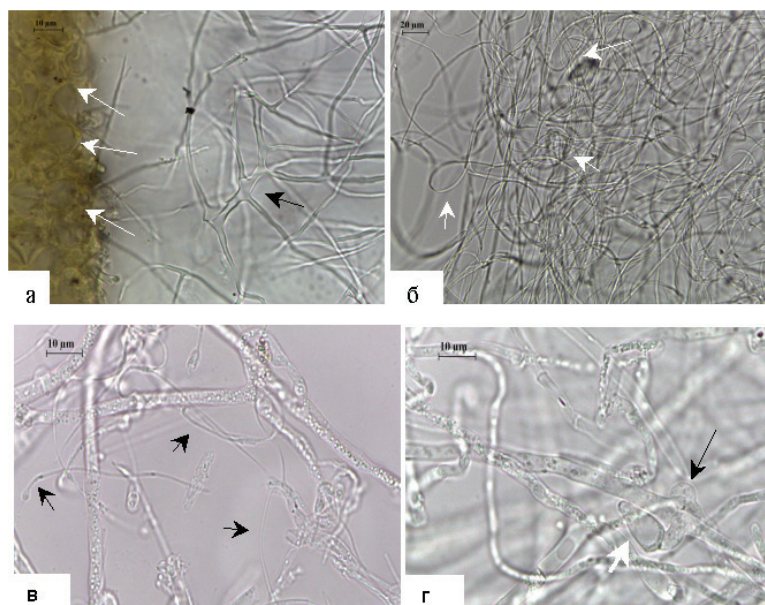


Рисунок 2. а, б – Структурный мицелий и дерновинка. Белыми стрелками отмечены петли структурного мицелия. Черная стрелка – ветвящаяся структурная гифа без пряжек; а – край пигментированной дерновинки, б – структурные гифы; в, г – тонкий и вегетативный (с пряжками) мицелии: в – черными стрелками отмечен тонкий мицелий (штамм GL6), г – черной стрелкой отмечена пряжка на вегетативном мицелии. Световой микроскоп Leica DM500

Мицелий всех трех штаммов обладал как общими характеристиками, характерными для обитателей древесного субстрата [2], так и обусловленными принадлежностью к виду *Ganoderma lucidum*, включая штаммоспецифические признаки, в пределах внутри-видового разнообразия комплексного вида *G. lucidum*.

Мицелий состоял из нескольких типов гиф, которые можно разделить на три группы: тонкие, нормальные вегетативные и структурные гифы (рис. 2): тонкий мицелий – гифы $\leq 1,5$ мкм толщиной. Могут выполнять функции поискового мицелия и, вероятно, играют существенную роль в организации и распространении мицелия в природном субстрате – древесине. Присутствуют не только на краю колонии, но и в значительном количестве на всей площади колонии. Нормальный вегетативный мицелий – от 2 до 5 мкм, с пряжками. Только на этих гифах могут формироваться кораллоподобные выросты. Могут преобразовываться в «толстый» мицелий – часть клеток гифы становятся очень крупными, более 8 мкм. Структурные гифы, нередко ветвящиеся. Толщина от 1,5 до 2 мкм, пряжки отсутствуют.

На ранних этапах развития колонии присутствуют в основном два первых типа гиф. Позднее начинает образовываться и структурный мицелий, который ветвится, нарастает кольцами и петлями и начинает формировать дерновинку, которая закрывает собой основной массив мицелия за счет выделения окрашенного секрета-пигмента (рис. 2 а, б).

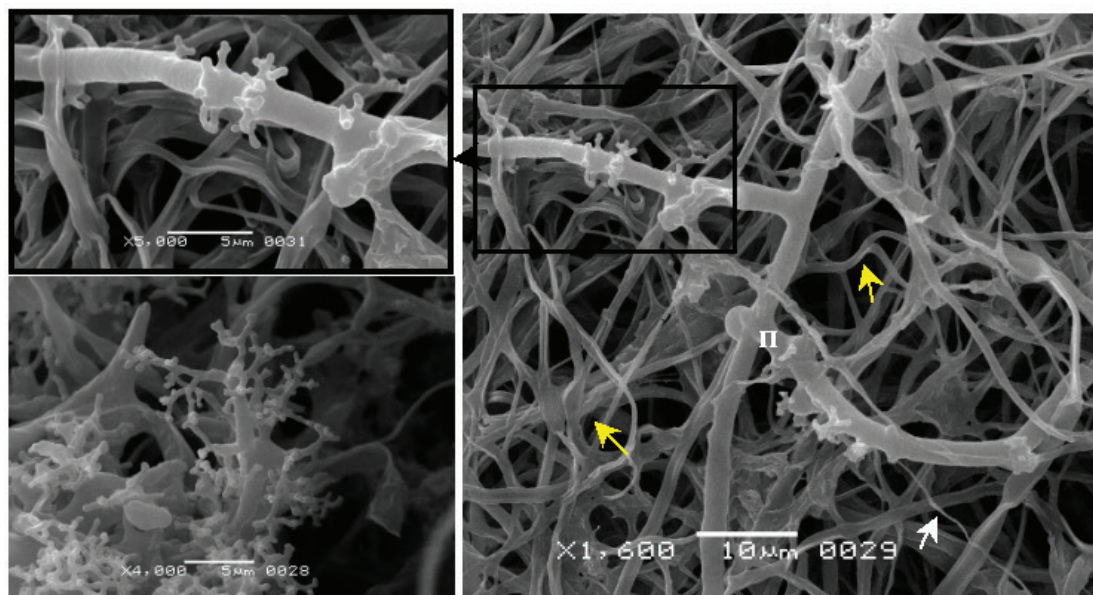


Рисунок 3. Кораллоподобные выросты на вегетативном мицелии: а – начало формирования кораллоподобного выроста на вегетативном мицелии с пряжкой, б – общий план, пряжка (п), структурный (желтые стрелки) и тонкий мицелий (белая стрелка). сканирующий аналитический электронный микроскоп JSM-6380LA с рентгеноспектральным анализатором JED-2300 (JEOL, 2005 г.)

Гифы нормального вегетативного мицелия можно обнаружить на всех этапах развития колонии, легко определяются по наличию пряжек на них. Именно на этом мицелии местами образуются коралловидные выросты (характерны для всех трех штаммов (рис 3.)) и хламидоспоры (обнаружены только у штаммов G1-1 и G1-2, на мицелии штамма GL6 отсутствовали).

Несмотря на постоянный поиск и выделение в культуру новых потенциально ценных съедобных грибов/продуцентов биологически активных веществ и модельных объектов, не теряет актуальности вопрос сохранения коллекционных штаммов. Особенно остро этот вопрос стоит для ценных видов макромицетов, нередко случаи постепенного вырождения хранящихся мицелиальных культур с потерей ценных свойств, восстановить которые через половой процесс не всегда представляется возможным. В настоящее время идет разработка методов хранения, один из которых – хранение путем глубокой заморозки мицелия, метод хорошо себя зарекомендовал при хранении микромицетных грибов. Метод предельно прост, но далеко не все базидиальные грибы сохраняют жизнеспособность после глубокой заморозки. Вероятно, это вопрос индивидуального подбора криопротекторов, а также правильный выбор стадии развития, на котором находится мицелий перед замораживанием. Наиболее широко используется 20 %-ный глицерин, в который перед замораживанием помещают биоматериал: воздушный и субстратный (с кусочками питательной среды) мицелий. Штаммы *G. lucidum* продемонстрировали высокую устойчивость к замораживанию и сохраняли жизнеспособность даже после 3 месяцев замораживания при $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Работа выполнена в рамках Государственного задания, части 2 п. 01 10 («Биологическое разнообразие и экология грибов и лишайников как основа рационального природопользования», тема № АААА-А16-116021660084-1), частично поддержана программой фонда РФ, проект № 14-50-00029. Исследования выполнены с использованием приборной базы Центра коллективного пользования научным оборудованием «Лаборатория электронной микроскопии биологического факультета МГУ (Electron microscopy laboratory of Moscow State University Biology Faculty)».

Summary

Lingzhi mushroom *Ganoderma lucidum* (W. Curtis: Fr) P. Karst, known for its medicinal properties for more than two thousand years, it is now grown commercially in many countries around the world. In recent decades, *G. lucidum* is of great interest among researchers of different areas, but the main value of this fungus is in medicine and pharmacology. Currently actively work on the search and collection of new strains from the natural environment and simultaneously conduct research to preserve the most valuable producers in the collections, without losing their valuable properties. The aim of this work is the isolation in the Moscow area of new strains in pure culture, comparative description of macro- and micromorphological

characteristics of strains previously isolated and stored in the collection, and the testing of the method of deep freezing storage collection of mycelial cultures at -70°C . Storage mycelium strains were prepared in the traditional way at -4°C , in a medium malt-agar, for further comparisons to store the mycelium of basidiomycetes

Литература

1. Автономова А. В. *Ganoderma lucidum* (Curt. : Fr.) P. Karst., трутовик лакированный: штаммовое разнообразие, антибиотические свойства и противоопухолевое действие: Дис. ... к. б. н. М., 2006. 120 с.
2. Камзолкина О. В., Белоненко Е. Н., Штаер О. В., Дольникова Г. А., Мухин В. А. Топология мицелия *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Piptoporus betulinus* и сопутствующих им грибов и бактерий в древесном субстрате березы. // Микол. и фитопатол. – 2012. – Т. 46, – Вып. 3. – С. 210–216.
3. Постнова Е. Л., Сколотнева Е. С. Комплексный вид *Ganoderma lucidum*: внутривидовые группы штаммов с индивидуальными характеристиками. // Микол. и фитопатол. – 2009. – Т. 43, – Вып. 6. – С. 535–543.
4. Stamets P. *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms*. — Oxford, 1993. — 552 p.
5. Wasser S., Weis A. *Medicinal Mushrooms. Reishi Mushroom (Ganoderma lucidum (Curtis: Fr.) P. Karst)*. — Haifa, 1997. — 39 p.
6. Willard T. *Reishi mushroom: herb of spiritual potency and medical wonder*. — Issaquah, Washington: Sylvan Press. 1990. — 167 p.

УДК 582.284

ПЛОДОНОШЕНИЕ СЪЕДОБНЫХ И ЯДОВИТЫХ МАКРОМИЦЕТОВ В 1970–2011 ГГ. В СОСНЯКЕ ЧЕРНИЧНОМ, СФОРМИРОВАВШЕМСЯ НА ПАШНЕ

Шубин В. И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук, Петрозаводск, shubin@krc.karelia.ru

В таежных регионах европейской части России наиболее существенное восстановление лесов на заброшенных сельхозугодьях произошло в начале Отечественной войны.

Изучение плодоношения макромицетов в лесах на землях после сельхозпользования представляют научный и практический интерес. Поэтому нами с 1970 г. начаты исследования по изучению плодоношения макромицетов в сосняках, березняках и ольшаниках на бывших пашнях [1], которые в березняках и сосняках продолжались до 2011 г. Подобных исследований плодоношения макромицетов в насаждениях на бывших пашнях в таежной зоне европейской части России мы не обнаружили.

Объекты и методы исследований: изучалось плодоношение макромицетов в сосняке черничном естественного происхождения на пашне, заброшенной в начале 40-х годов XX в. Состав древостоя 10С, имеющиеся на пробе около 20 экземпляров березы были вырублены в 1971 г., II–IV класс возраста, IV бонитет. Почва – подзол гумусово-железистый супесчаный, слабо окультуренный. Лесная подстилка толщиной 3–4 см, пахотный горизонт 4–12(14) см. В напочвенном покрове доминируют черника и зеленые мхи. Размер пробы 25 x 25 м, расположена на стационаре в районе деревни Вендюры, местоположение – 62°13'55,11'' с. ш., 33°17'05,73'' в. д.

Грибы собирали ежегодно в 1970–2011 гг. в летне-осенний период регулярно один–два раза в неделю с определением веса по видам в свежем состоянии.

Результаты исследований. В табл. 1 приведены данные об урожаях макромицетов, съедобных и ядовитых видах. В общем урожае макромицетов около 90 % составляют микоризные грибы. Все хорошо известные и абсолютное большинство малоизвестных съедобных грибов являются микоризными. Поэтому при обсуждении полученных материалов будут использоваться положения об особенностях плодоношения микоризных грибов, их структуры, функционирования и значения в лесных биогеоценозах [2, 3].

Среди хорошо известных съедобных грибов с начала наблюдений до 1990 г. доминировали виды рода *Russula*, а из них *R. acruginea*, плодоношение которого резко снизилось с 1995 г. С 1986 г. началось ежегодное плодоношение нитрофила *Lactarius rufus*, который вышел в доминанты. Самым ценным видом в сосняках является *Boletus pinophilus*, плодоношение которого в сосняке на пашне слабое и не ежегодное.

Из хорошо известных съедобных грибов *L. flexuosus*, *L. scabrum*, *L. versipelle* и *R. claroflava* являются симбионтами исключительно березы. Плодоношение этих грибов в начале наблюдений можно объяснить наличием на участке березы, которая была вырублена весной 1971 г. Интересно, что в этот год урожай *L. flexuosus* увеличился до 25 кг, тогда как в 1970 и 1972 г. его урожай составил 0,4 и 0,1 кг/га. Почти ежегодное плодоношение *L. flexuosus* продолжалось до 1988 г, а позднее – только в 2003 г. Плодоношение *L. scabrum* отмечено в 1971 г. и началось снова в 1990 г., продолжаясь до конца наблюдений с максимальным урожаем 4 кг/га в 2003 г. Такое восстановление плодоношения *L. scabrum* можно объяснить увеличением биомассы корней березы от растущих экземпляров около границы опытного участка. Очевидно, по этой же причине в 1993 г. началось плодоношение *R. claroflava*. Из других симбионтов только березы отмечено плодоношение *Lactarius resimus* в 1974 г. и *L. torminosus* в 1979 и 1985 г.

Из малоценных съедобных грибов в первые 15 лет наблюдений относительно высокие урожаи отмечены у *H. hipotejus* и *L. vietus* с максимальными урожаями 62 и 23 кг/га соответственно в высокоурожайный 1974 г. Затем их урожаи снижались до прекращения плодоношения *H. hipotejus* в 1994 г. Из видов с повышенными урожаями в отдельные годы можно отметить *S. piperatus* с максимальным урожаем 10 кг/га в высокоурожайный

1974 г., *Cortinarius armillatus* – 12 кг/га в среднеурожайный 1988 г. и *Tricholoma portentosum* – 16 кг/га в высокоурожайный 1981 г.

Ядовитые грибы представлены исключительно урожаями нитрофилов *Amanita muscaria* с максимальным урожаем 28 кг/га в 2003 г. и *Paxillus involutus* с максимальным урожаем 31 кг/га в 1992 г.

В табл. 2 приведены ежегодные урожаи макромицетов с распределением их по декадам. Среднее распределение урожаев за 1970–2011 гг. довольно равномерное. Ежегодные распределения урожаев существенно различаются по годам и определяются особенностями погодных условий.

Средний урожай макромицетов 96 кг/га. Максимальные урожаи, в 2,5–3 раза превышающие средний, отмечены в 1974, 1981 и 2003 г., минимальные по 16 кг/га в 1980 и 1996 г., по 20 и 24 кг/га – в 2007 и 2010 г. соответственно. Цикличности максимума и минимума плодоношения, зависящего от физиологических причин и биологического состояния мицелия, присущей макромицетам, по наблюдениям [4] не обнаружено. При этом всем максимальным урожаям макромицетов предшествовали один-два низкоурожайных года с засушливым летом, а после высокого урожая плодоношение резко снижалось. Подобную связь максимальных урожаев с засушливыми периодами объясняется тем, что при засухе в почве увеличивается содержание подвижного азота при ограничении его использования растениями и макромицетами из-за дефицита воды [3].

Таким образом, в сосняке черничном на пахоте формируется довольно разнообразный состав макромицетов, представленный исключительно микоризными видами. Урожай хорошо известных съедобных грибов составляют виды II и III категории ценности. Подтверждено установленное в березняках положение, что засушливая погода, предшествующая высоким урожаям макромицетов, положительно влияет на их плодоношение через увеличение в почве подвижного азота.

Автор благодарит сотрудников Института леса КарНЦ РАН Х. И. Хирвонен, В. И. Миронова и А. В. Кикееву за участие в сборе и обработке материалов.

Summary

We studied fructification of macromycetes in *Vaccinium myrtillus* type pine forest, grown on the abandoned field in the beginning of 1940-th. Average yield made up 96 kg/ha (67 kg/ha of edible and 9 kg/hg of poisonous macromycetes). Annual yields of macromycetes with distribution by decades are given. Maximum yield of 319, 246 and 284 kg/ha registered appropriately in 1974, 1981 and 2003.

Литература

1. Шубин В. И., Ронконен Н. И., Саукконен А. В. Шляпочные грибы молодняков, сформировавшихся на заброшенных сельхозугодьях // Лесные растительные ресурсы Карелии. Петрозаводск, 1974. С. 86–94.
2. Шубин В. И. Значение симбиоза и содержания в почве азота для плодоношения

эктомикоризных грибов. I. Значение симбиоза // Микология и фитопатология. 2010а. Т. 44, вып. 2. С. 130–136.

3. Шубин В. И. Значение симбиоза и содержания в почве азота для плодоношения эктомикоризных грибов. II. Значение азота // Микология и фитопатология. 2010б. Т. 44, вып. 4. С. 352–358.

4. Бурова Л. Г. Экология грибов-макромицетов. М.: Наука, 1986. 222 с.

Таблица 1. Плодоношение съедобных и ядовитых грибов в сосняке черничном II-IV класса возраста

Грибы	Средние урожаи (кг/га) за периоды								
	1970-1974	1975-1979	1980-1984	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2011	1970-2011
Всего макромицетов,	131	101	102	93	114	62	135	50	96
в том числе съедобных	107	75	64	59	74	50	96	34	67
В том числе: хорошо известные									
<i>Boletus pinophilus</i>	8.3	1.7	1.5	1.7	0	2.0	4.9	0.5	2.5
<i>Lactarius flexuosus</i>	5.0	0.3	0.3	0.5	0	0	0.2	0	0.8
<i>Lactarius rufus</i>	0	0	0.2	6.9	28.0	32.3	67.1	18.4	19.1
<i>Leccinum scabrum</i>	0.7	0	0	0	0.5	0.3	0.8	0.9	0.4
<i>L. versipelle</i>	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.03
<i>Russula aeruginea</i>	26.9	40.7	27.5	24.7	17.3	1.1	1.8	0.2	16.7
<i>R. claroflava</i>	0	0	0	0	0.04	0.2	0.1	0.9	0.2
<i>R. xerampelina</i>	10.2	12.0	11.6	16.7	21.0	7.3	7.0	3.4	10.8
<i>Suillus</i> spp.	3.7	1.2	0.6	0	0.04	0.7	3.0	1.5	1.4
в том числе <i>S. bovinus</i>	0.2	0.4	0.1	0	0	0.7	2.5	1.5	0.7
Всего хорошо известных	55.1	55.8	41.8	50.5	66.9	43.9	84.9	25.8	51.8
Малоизвестные									
<i>Chaliporus piperatus</i>	2.7	0.8	0.5	0.01	0.04	0.03	0.04	0	0.5
<i>Cortinarius alboviolaceus</i>	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.6	0.2	0.2
<i>C. armillatus</i>	2.2	0.3	0.2	0.1	0.6	2.8	1.6	1.2	1.1
<i>C. mucosus</i>	0.3	0.3	0.2	0	0	0.1	0.2	0.04	0.1
<i>Gomphidius glutinosus</i>	0.4	0.4	0.4	0.1	0	0.3	0.2	0	0.2
<i>Hygrophorus hipotejus</i>	28.8	11.2	5.1	0.6	0.2	0	0	0	5.5
<i>Laccaria laccata</i>	0.2	0.2	0.04	0.03	0.1	0.01	0.01	0	0.1
<i>Lactarius mitissimus</i>	0	0.2	0.1	1.1	1.8	0.2	1.4	1.0	0.7
<i>L. vietus</i>	12.0	2.5	3.3	1.9	1.8	0.1	0.1	0.1	2.6
<i>Tricholoma imbricatum</i>	2.6	0.5	1.1	0.02	0.4	0.1	0.7	0.1	0.7
<i>T. portentosum</i>	0.5	0.8	3.4	0	0.04	0.05	2.2	2.0	1.1
Сапротрофы: <i>Collybia</i> spp.	0.4	0.9	5.8	3.6	1.7	0.2	1.4	0.5	1.7
Всего малоизвестных	50.3	18.2	20.5	7.5	7.1	4.3	8.8	5.5	14.8
Ядовитые									
<i>Amanita muscaria</i>	14.9	3.3	4.8	2.8	1.6	1.3	7.3	1.8	4.6
<i>Inocybe lacera</i>	0	0.4	0.1	0.4	0.1	0.1	0.03	0.01	0.1
<i>Paxillus involutus</i>	0.3	0.3	3.1	10.3	12.3	0.7	2.9	3.4	4.1
Всего ядовитых	15.2	4.0	8.0	13.5	14.0	2.1	10.2	5.2	8.8
Прочие	12.4	22.5	31.6	21.2	25.9	12.3	30.7	13.1	20.8

Таблица 2. Распределение урожая макромицетов по декадам (в %) в сосняке черничном II–IV классов возраста

Год	Урожай, кг/га	Июнь			Август			Сентябрь			Октябрь
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1970	98	0	0.5	0.9	1.0	0.7	8.1	7.0	21.9	27.4	32.5
1971	142	0	0	0	10.4	8.4	30.0	14.8	16.7	11.4	8.3
1972	43	0	0	0	0	22.9	12.5	7.1	16.6	0.8	40.1
1973	52	0	0	0	0	0	22.0	26.9	1.9	6.9	42.3
1974	319	0.4	0.9	11.8	6.1	22.6	27.6	6.0	6.4	8.5	9.7
1975	58	0	0	2.3	1.0	0	1.3	0.9	4.3	72.0	18.2
1976	122	0	0	5.4	14.0	26.2	28.2	15.2	11.0	0	-
1977	96	0	0	0	32.3	12.0	9.9	0	32.5	13.2	0.1
1978	82	0	0	0	5.6	17.5	16.5	19.6	24.3	16.5	-
1979	146	0	0	5.7	33.6	18.1	13.9	6.6	10.7	11.4	-
1980	16	0	2.7	5.5	2.1	0.4	8.0	18.3	19.1	14.1	29.8
1981	246	0.6	3.6	9.4	13.0	14.5	19.0	12.0	22.1	5.8	-
1982	53	0	0	0	3.3	28.3	30.1	22.6	13.7	1.0	1.0
1983	74	0	3.3	1.9	3.9	12.2	5.6	30.9	25.0	9.8	7.4
1984	120	0.1	5.6	9.5	11.3	18.2	17.7	25.6	6.7	0.8	4.5
1985	102	0	1.2	2.7	9.6	9.5	3.0	21.7	32.5	16.7	3.1
1986	77	0	2.6	6.3	5.0	7.0	23.4	35.1	10.9	7.2	2.5
1987	120	1.2	1.5	1.8	18.5	14.9	30.1	15.9	9.1	7.0	-
1988	97	0	0	0.2	17.2	21.7	41.0	4.6	10.7	2.3	2.3
1989	69	0	0	0	0	0	3.1	21.6	46.6	19.9	8.8
1990	85	0	0	5.4	31.2	46.4	4.3	3.8	5.1	3.8	-
1991	133	0.1	3.4	5.2	14.0	21.3	22.1	8.0	19.4	4.4	2.1
1992	105	0	0	0	0	16.8	26.2	27.0	16.6	10.9	2.5
1993	184	0	7.4	10.4	18.0	11.6	21.4	16.9	7.1	1.9	5.3
1994	62	0	0	0	0	6.2	14.1	17.9	42.0	12.7	7.1
1995	61	0	0	0	23.8	12.3	16.3	11.3	22.6	13.0	0.7
1996	16	0	0	8.2	49.8	38.9	3.1	0	0	0	-
1997	74	0	0	10.9	23.3	20.5	14.4	19.8	6.2	4.9	-
1998	130	0	0.2	21.4	18.0	22.8	12.6	24.7	0.1	0.2	-
1999	31	0	0	0	2.3	0	96.1	0	1.6	0	-
2000	119	0	0.8	19.3	16.2	25.9	17.0	3.5	12.9	4.4	-
2001	75	0	0	0	0	0	64.1	16.8	15.8	2.9	0.4
2002	82	0	0	0	4.8	39.8	50.8	4.6	0	0	-
2003	284	0	0	0	0	0	24.1	49.9	17.9	6.7	1.4
2004	113	0	0	0.8	3.9	3.8	53.6	25.0	9.0	3.9	-
2005	53	0	0	0	0	16.9	27.1	34.6	15.9	5.1	0.4
2006	38	0	0	0	0	3.8	2.9	13.3	54.8	25.2	-
2007	20	0.6	4.6	19.6	17.4	2.3	1.3	5.6	28.9	19.7	-
2008	84	0	0	0	6.6	38.3	29.5	12.9	9.7	3.0	-
2009	88	0	0	4.6	2.8	9.2	16.8	49.7	9.2	7.7	-
2010	24	0	0	0	0	0	0	36.0	38.0	23.0	3.0
2011	45	0	0	0	1.3	0	42.6	32.7	11.4	8.0	4.0
Среднее	96	0.1	1.1	5.0	10.4	14.7	22.6	18.8	14.5	8.1	4.8

ГРИБЫ РОДА ASPERGILLUS В ВОЗДУХЕ РАЗЛИЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ Г. ЕРЕВАНА (АРМЕНИЯ)

Элоян И. М., Шахазизян И. В., Погосян А. В., Оганесян Е. Х., Нанагюлян С. Г.
Ереванский государственный университет, кафедра ботаники и микологии, 0025,
Армения, Ереван, ул. Алека Манукяна, 1, astchik@ysu.am

За последние десятилетия в мировом масштабе отмечается возрастание частоты заболеваемости людей различными микозами, вызываемыми потенциально патогенными грибами, в частности, грибами рода *Aspergillus*. Наиболее высокой частотой встречаемости микозов отличаются развитые страны. Почвенные грибы, обладая мощной ферментативной системой, легко адаптируются на любых субстратах, формируя микобиоту данного помещения. В формировании видового состава микобиоты воздуха особую роль играет именно тип помещений. Многими авторами установлена зависимость уровня заболеваемости микозами от концентрации грибов во внешней среде, прежде всего, в воздухе [2, 6, 8, 11]. По данным Ю. В. Сергеева [7], известно более 400 видов возбудителей микозов, и, к сожалению, из года в год число новых микогенных агентов нарастает. Сведения о наличии в данной среде потенциально опасных видов оппортунистических грибов и вызываемых ими болезнях служат для своевременного применения профилактических мер борьбы с ними. Следовательно, исследования видового состава микобиоты жилых и иных помещений представляют существенный практический интерес.

Современные методы диагностики и терапии патологий, вызываемых потенциально патогенными грибами, в частности, представителями рода *Aspergillus*, до настоящего времени не разработаны, они связаны с необходимостью учета многочисленных факторов, отражающих как экологическую обстановку, так и состояние пораженного организма.

В большинстве случаев механизм заболеваемости зависит от наличия возбудителя в воздушной среде внутренних помещений, где формируются наиболее подходящие условия для роста, развития и спороношения аспергиллов, достаточно устойчивых к изменениям физических факторов и с легкостью поражающих многочисленные продукты и материалы. Таким образом, в помещениях формируется “микологическая среда обитания” за счет потока грибов из внешней среды через двери, окна, вентиляцию, систему отопления. Обычно в помещениях доля более теплолюбивых видов, к которым относятся в первую очередь виды рода *Aspergillus*, резко увеличивается по сравнению с внешней средой [3].

В настоящее время в мире активно проводятся исследования как по описанию состава и свойств патогенных видов, так и по оценке их распространения и условий развития. Учитывая вышесказанное, нами были начаты работы по изучению количественного состава микроскопических грибов в воздухе помещений различного назначения города Еревана.

Микологический анализ воздуха проводился седиментационным методом (с экспозицией 30 мин.), а также с помощью пробоотборного устройства ПУ-1Б, констатирующего количество колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 м³. Для проведения опытов использовались питательные среды сусло-агар, Чапек-агар. Выросшие колонии грибов отсеивались с целью получения чистых культур и дальнейшей идентификации, которая проводилась на основе морфологических и культуральных признаков [1, 4]. Был исследован видовой состав микобиоты воздуха различных помещений: жилых зданий, производственных, медицинских учреждений, больниц, детских садов, школ, высших учебных заведений, библиотек, музеев, а также других объектов, таких как парикмахерская, мастерская скорняка, химчистка и др.

Микологические обследования в условиях города Еревана показали, что доминирующими контаминантами воздуха разных по назначению помещений являются виды рода *Aspergillus*. Так, за время наших исследований выявлено 30 видов аспергиллов, засоряющих воздух исследуемых помещений.

В таблице 1 приведен список грибов с указанием типа помещений, в которых они были обнаружены. В результате микологических исследований в воздухе библиотек отмечено 16 видов из рода *Aspergillus*, в воздухе других общественных помещений – 12, учебных заведений – 11, медицинских учреждений, производственных и жилых помещений по 9 видов, а в воздухе музеев только 3 вида.

Таким образом, наибольшее количество грибов было выявлено в воздухе библиотек, это, возможно, связано с тем, что грибы здесь присутствуют не только в воздухе, но и на хранящихся здесь годами книгах, бумаге, которые являются наиболее благоприятным субстратом для произрастания грибов.

В качестве активных возбудителей аспергиллезов, имеющих различные клинические проявления, наиболее часто встречающимися являются виды: *Aspergillus candidus*, *A. clavatus*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. glaucus*, *A. nidulans*, *A. niger*, *A. restrictus*, *A. sydowii*, *A. terreus*, *A. versicolor*.

Сравнительный анализ полученных данных показал, что во всех исследуемых помещениях отмечены виды *Aspergillus niger* и *A. ochraceus*, в шести помещениях – *A. flavus*, в пяти – *A. versicolor*, в четырех – *A. candidus*, *A. fumigatus* и *A. nidulans*, в трех – *A. restrictus*, в двух – *A. sydowii*. *A. clavatus* отмечен только в 3-й группе, *A. glaucus* – только в 7-й, *A. terreus* – только в четвертой.

Таблица 1. Список видов грибов рода *Aspergillus*, выделенных при исследовании воздуха внутренних помещений различного назначения

N	Наименование вида	*Место обнаружения						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	<i>Aspergillus amylovorus</i>		•					
2.	<i>A. awamori</i> (группа <i>A. niger</i>)				•		•	
3.	<i>A. biplanus</i> (гр. <i>A. sparsus</i>)							•

4.	<i>A. candidus</i>			•	•	•		•
5.	<i>A. canthosporus</i>						•	
6.	<i>A. carbonarius</i>				•			
7.	<i>A. cervinus</i>			•				
8.	<i>A. clavatus</i>			•				
9.	<i>A. flavipes</i>	•	•	•				•
10.	<i>A. flavus</i>	•	•	•	•		•	•
11.	<i>A. fumigatus</i>	•	•	•			•	
12.	<i>A. glaucus</i> (gp. <i>A. glaucus</i>)							•
13.	<i>A. kambarensis</i>				•			
14.	<i>A. nidulans</i>	•	•	•	•			
15.	<i>A. niger</i>	•	•	•	•	•	•	•
16.	<i>A. ochraceus</i>	•	•	•	•	•	•	•
17.	<i>A. ornatus</i> (gp. <i>A. bruneo-uniseriatus</i>)	•						
18.	<i>A. ornatus</i> (gp. <i>A. ornatus</i>)						•	•
19.	<i>A. parasiticus</i> (gp. <i>A. flavus</i>)							•
20.	<i>A. pulvinus</i> (gp. <i>A. versicolor</i>)							•
21.	<i>A. puniceum</i> (gp. <i>A. ustus</i>)						•	
22.	<i>A. restrictus</i>	•	•		•			
23.	<i>A. recurvatus</i>				•			
24.	<i>A. rhizopodus</i> (gp. <i>A. clavatus</i>)			•				
25.	<i>A. sulphureus</i>				•			
26.	<i>A. sydowii</i> (gp. <i>A. versicolor</i>)				•			•
27.	<i>A. terreus</i>				•			
28.	<i>A. terricola</i>				•			
29.	<i>A. versicolor</i>	•	•	•	•		•	
30.	<i>A. wentii</i>				•			•

*1 – производственные помещения, 2 – медицинские учреждения, больницы, 3 – детские сады, школы, ВУЗы, 4 – библиотеки, 5 – музеи, 6 – жилые помещения, 7 – другие общественные помещения (парикмахерская, мастерская скорняка, химчистка и др.)

Потенциально патогенные грибы подразделяют на несколько групп. Наиболее часто используется классификация С. Де Хога [9], который выделяет несколько групп грибов, обозначаемых как номерные BSL (BioSafety Level, т. е. грибы, относимые к определенному уровню безопасности), в зависимости от их опасности для человека [3].

Наибольший интерес для медицинских микологов представляет распространение грибов, возбудителей глубоких микозов, относящихся к группе BSL2. По данным С. Де Хога и др. [9], грибы рода *Aspergillus* относятся именно к этой группе и для видов *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. versicolor* присущи патогенные, микотические и аллергенные свойства. Высокий процент присутствия грибных спор видов *A. flavus*, *A. fumigatus* и *A. niger* в воздухе ряда клиник оценивают как опасную ситуацию по возможности заболевания микозами для многих категорий больных [10].

Полученные нами результаты микологических анализов относительно доминирования видов грибов рода *Aspergillus* в различных помещениях совпадают с данными вышеуказанных авторов. Однако как микобиота воздуха жилых помещений, так и качественный состав адаптирующихся на различных субстратах микромицетов в условиях

Армении в основном формируется преимущественно за счет доминирования видов указанного рода. Все эти исследования проводились в связи с тем, что увеличение содержания грибов в воздухе помещений различного назначения могут негативно действовать на здоровье человека [5].

Так, в последние годы нами было обследовано 1150 пациентов с воспалительными заболеваниями ушей. У 442 больных (40 %) была обнаружена грибковая инфекция. По данным наших исследований выявлено, что основным возбудителем отомикоза являются плесневые грибы рода *Aspergillus* – 210 больных (51,4 %), среди которых *A. niger* является наиболее часто встречающимся видом [6].

Обследование многочисленных больных с поражением ЛОР-органов свидетельствует о том, что основным возбудителем отомикозов является именно данный вид, вызывающий зуд, заложенность, иногда творожистые или чешуйчатые выделения, коричневатые пробки в слуховом проходе, гиперемии слухового прохода, иногда сопровождающиеся понижением слуха.

Из всего этого следует, что микоз, вызванный грибами, в частности, представителями рода *Aspergillus* – серьезное заболевание и при неправильном и неэффективном лечении приводит к распространению грибкового процесса. Для правильного подхода к лечению необходимы обнаружение спор и идентификация таксономического состава грибов в окружающей среде, создание экологически безопасной среды обитания, для чего требуется постоянный микологический контроль в местах пребывания человека с целью снижения риска заболеваемости.

Summary

It is conducted mycological study on the quantitative composition of microscopic fungi in indoor air in buildings with various purposes of Yerevan (Armenia). Mycological survey in terms of Yerevan showed that the dominant air contaminants at different premises are intended species of genera *Aspergillus*. As a result of the work found 30 species of *Aspergillus*, of which 11 are active agents of aspergillosis with different clinical features.

Литература

1. Билай В. И., Коваль Э. З. Аспергиллы. – 1989. – 390 с.
2. Богомолова Т. С., Ильина В. Я. Этиология и эпидемиология нозокомиальных грибковых инфекций // Проблемы медицинской микологии. – СПб. – 2000. – Т. 2, – N2. – С. 39–40.
3. Марфенина О. Е., Фомичева Г. М. Потенциально патогенные мицелиальные грибы в среде обитания человека. Современные тенденции // Микология сегодня. Ю. Т. Дьяков, Ю. В. Сергеев (ред.). Национальная академия микологии. – 2007. – Т. 1. – С. 235–266.
4. Методы экспериментальной микологии: Справочник / И. А. Дудка, С. П. Вассер, И. А. Элланская и др.: Под ред. В. И. Билай. – 1982. – 550 с.

5. Оганесян Е. Х. Видовой состав потенциально патогенных грибов – возбудителей микозов ЛОР-органов // Дисс. канд. биол. наук, Ереван. – 2009. – 138 с.
6. Оганесян Е. Х., Нанагюлян С. Г., Мурадян А. М., Элоян И. М., Шахазизян И. В. Эпидемиология грибковых отитов в Армении. “Успехи медицинской микологии”// Национальная академия микологии. – 2013. – Т. XI. – С. 241–243.
7. Сергеев Ю. В. Состояние и перспективы развития медицинской микологии в Российской Федерации // Микология сегодня. Ю. Т. Дьяков, Ю. В. Сергеев (ред.). // Национальная академия микологии. – 2007. – Т. 1. – С. 305–314.
8. Cauwenbergh G. Mycoses and environment // Chron. Dermatol. – 1984. – Vol. 15, – N 3. – P. 347–355.
9. Hoog de G. S., Guarro J., Figueras M. J. Atlas of clinical fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures / Universitat Rovira I Virgili. – 2000. – 1126 p.
10. Perfect J. S., Schell W. A. The new fungal opportunists are coming // Clinical Infection Diseases. – 1996. – V. 22. – P. 112–118.
11. Weinberg E. D. The influence of soil on infectious disease // Experientia. – 1987. – Vol. 43, – N 1. – P. 87.

УДК 630*443.2

ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ФОМОЗА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ БЕЛАРУСИ

Ярмолович В. А.¹, Середич М. О.¹, Баранов О. Ю.², Пантелеев С. В.²

1. Белорусский государственный технологический университет, Беларусь, Минск, yarm@belstu.by, romina_mo@bk.ru

2. Институт леса НАН Беларуси, Беларусь, Гомель, betula-belarus@mail.ru, pukidesu@gmail.com

Фомоз растений (в англоязычных статьях – Phoma blight) вызывается многими видами грибов из рода *Phoma* Sacc. Болезнь широко распространена на культурных сельскохозяйственных растениях, таких как кукуруза, картофель, капуста, свекла и др., однако в последнее время в Беларуси фомоз часто обнаруживается на посадочном материале древесных растений в лесных питомниках. Применение современных методов молекулярно-генетической идентификации патогенов позволило выяснить, что из всех случаев обнаружения болезней на сеянцах и саженцах хвойных пород на долю фомоза приходится около 20 %, при этом болезнь зарегистрирована в каждом втором лесном питомнике [1].

Вредоносность заболевания заключается в отмирании хвои, усыхании верхушечной и (или) боковой почки, что часто приводит к массовой гибели растений, особенно в возрасте до 2-х лет. Пораженные фомозом сеянцы и саженцы значительно снижают прирост, что негативно отражается на выходе стандартного посадочного материала.

Изучение распространенности фомоза и сбор пораженного материала для оценки видового состава патогенных грибов рода *Phoma* проводились на территории 46 лесных питомников (преимущественно постоянных), расположенных во всех шести ГПЛХО Республики Беларусь. Полевые работы осуществлялись с использованием общепринятых в лесной фитопатологии и лесозащите методов [2].

Выделение патогенов из пораженного посадочного материала проводили на агаризованной картофельной и сусло-среде согласно рекомендациям Воегема Г.Н. [3]. Видовую принадлежность грибов выясняли методом ПЦР-анализа чистых культур и тканей пораженного посадочного материала и дальнейшим сравнением нуклеотидных последовательностей с данными генетической базы NCBI [4, 5].

Проведенный в данной работе молекулярно-генетический анализ чистых культур *Phoma* spp. и пораженных тканей древесных растений с типичными симптомами фомоза позволил идентифицировать 8 различных видов (таблица 1).

Таблица 1. Структура видового состава патогенных грибов рода *Phoma*, обнаруженных в тканях посадочного материала в лесных питомниках Беларуси

Вид гриба	Частота выявления, %		Лесхозы, в которых выявлен патогенный вид	
	среди всех случаев фомоза	в т. ч. по древесным породам		
<i>Ph. pomorum</i>	19,4	<i>Pinus sylvestris</i>	6,5	Лепельский, Мозырский, Новогрудский, Пинский
		<i>Picea abies</i>	12,9	Брестский, Быховский, Воложинский, Ивьевский, Кобринский, Лунинецкий, Минский, Полоцкий
<i>Ph. macrostoma</i>	12,9	<i>Pinus sylvestris</i>	6,5	Ветковский, Волковысский, Мозырский, Петриковский
		<i>Picea abies</i>	1,6	Мозырский
		<i>Larix decidua</i>	4,8	Волковысский, Ивацевичский, Речицкий,
<i>Ph. herbarum</i>	12,9	<i>Pinus sylvestris</i>	9,7	Брестский, Горецкий, Негорельский, Осиповичский, Пинский, Сморгонский
		<i>Picea abies</i>	3,2	Негорельский, Осиповичский
5 видов, не имеющих таксономического описания (<i>Phoma</i> spp. 1-	54,8	<i>Pinus sylvestris</i>	16,1	Бобруйский, Брестский, Вилейский, Горецкий, Жлобинский, Климовичский, Краснопольский, Лиозненский, Мозырский, Октябрьский
		<i>Picea abies</i>	25,8	Быховский, Волковысский, Горецкий, Ивацевичский, Лидский, Логойский, Любанский, Негорельский, Новогрудский, Осиповичский, Сморгонский, Ушачский, Чериковский, Светлогорский, Речицкий, Милошевичский
		<i>Larix decidua</i>	12,9	Ганцевичский, Щучинский, Ушачский, Лиозненский, Оршанский, Чериковский, Кобринский, Лунинецкий,

Тремя из 8 идентифицированных видов оказались: *Ph. pomorum* Thüm., *Ph. macrostoma* Mont. и *Ph. herbarum* Westend [6]. Остальные 5 представителей рода *Phoma* не имели таксономического описания и абсолютной гомологии с образцами, представленными в

генетической базе данных NCBI. Поэтому они были обозначены нами как *Phoma* spp. 1-5. Следует отметить, что уровень различий между всеми исследованными изолятами *Phoma* spp. 1-5 составлял более 2 %, что указывает на их таксономическую самостоятельность. Представители этих 5 видов в совокупности наиболее часто встречаются в тканях пораженного посадочного материала (54,8 % случаев). Вид *Ph. romogum* также широко распространен и вызывает фомоз посадочного материала хвойных в 19,4 % случаев. Часто на территории одного и того же питомника на разных участках выявлялись сразу несколько видов возбудителей фомоза.

Распространенность выявленных видов грибов рода *Phoma* в различных отделениях питомника представлена в таблице 2.

Таблица 2. Распространенность основных возбудителей фомоза, %

Вид гриба	Древесная порода	Распространенность фомоза по отделениям питомника		Средняя распространенность
<i>Ph. romogum</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	посевное	7,5±3,1	12,1±2,3
	<i>Picea abies</i>	школьное	16,5±4,5	
		закрытый грунт	15,6±3,4	
<i>Ph. macrostoma</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	посевное	6,1±1,4	18,6±6,5
	<i>Picea abies</i>	посевное	6,6±3,3	
		школьное	16,7±6,6	
		закрытый грунт	3,6±2,4	
<i>Larix decidua</i>	посевное	18,3±6,7		
<i>Ph. herbarum</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	закрытый грунт	12,5±6,0	10,4±5,2
	<i>Picea abies</i>		8,3±4,5	
<i>Phoma</i> sp. 1-	<i>Pinus sylvestris</i>	посевное	13,1±2,3	12,3±1,7
		закрытый грунт	6,7±1,9	
	<i>Picea abies</i>	посевное	6,1±1,4	
		школьное	11,7±3,8	
		закрытый грунт	24,5±18,9	
<i>Larix decidua</i>	посевное	11,8±4,7		
Среднее значение по всем питомникам				12,9±1,5

Средняя распространенность фомоза на посадочном материале всех обследованных нами участков в целом составляет 12,9%. Хотя наибольшее значение распространенности болезни наблюдается в случае поражения видом *Ph. macrostoma* – 18,6±6,5, следует отметить, что достоверных различий не выявлено при поражении растений другими возбудителями фомоза.

Ph. macrostoma и *Phoma* sp. 1-5 встречались на всех обследованных породах (сосна, ель, лиственница), в то время как *Ph. romogum* и *Ph. herbarum* – только на сосне и ели, причем последний вид был обнаружен нами исключительно на участках закрытого грунта (в теплицах). На участках выращивания ели в школьном отделении пораженность оказалась выше в 2–2,5 раза по сравнению с посевным отделением.

Несмотря на достаточно обширный видовой состав возбудителей фомоза посадочного материала древесных растений, нами установлено, что симптомы болезни

практически не отличаются при поражении растений различными видами грибов из рода *Phoma*.

Summary

DNA-analysis of seedlings tissues with symptoms of *Phoma* blight shows that this disease often caused by 8 species of pathogen from genus *Phoma* - *Ph. pomorum* Thüm., *Ph. macrostoma* Mont., *Ph. herbarum* Westend. and 5 unknown species (marked as *Phoma* spp. 1–5). Symptoms of disease not depend of pathogen species, which caused *Phoma* blight.

Литература

1. Ярмолович, В. А. Кладоспориоз и альтернариоз в лесных питомниках Беларуси / В. А. Ярмолович, О. Ю. Баранов, С. В. Пантелеев, Н. Г. Дишук., М. О. Середич, Н. О. Азовская // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2015. – Вып. 174. – С. 203–207.
2. Порядок проведения лесопатологического мониторинга лесного фонда: ТКП 252-2010 (02080). – Введ. 01.10.2010. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 60 с.
3. Voerema, G. H. *Phoma* identification manual / G. H. Voerema, J. de Gruyter, M. E. Noordeloos, M. E. C. Hamers. – CAB International, Cambridge, 2004. – 479 p.
4. Падутов В. Е., Баранов О. Ю., Воропаев Е. М. Методы молекулярно-генетического анализа. – Минск: Юнипол, 2007. – 176 с.
5. National Center for Biotechnological Information, NCBI [Electronic resource]. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. – Date of access: 14.08.2016.
6. Fungal Databases Nomenclature and Species Banks [Electronic resource]/ URL: <http://www.mycobank.org/>. – Date of access: 14.08.2016.

УДК 582.29

РЕВИЗИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛИШАЙНИКОВ РОДА *MICAREA* FR. (*PILOCARPACEAE* ZAHNBR.) В БЕЛАРУСИ

Яцына А. П.¹, Конорева Л. А.^{2,3}, Голубков В. В.⁴

1. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАНБ, Минск, Беларусь, lihenologs84@mail.ru
2. Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, ajdarzapov@yandex.ru
3. Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН, Мурманская обл., Кировск, Россия, ajdarzapov@yandex.ru
4. Гродненский государственный университет, Гродно, Беларусь, vgolubkov@tut.by

Род *Micarea* Fr. в Беларуси представлен 9 видами: *Micarea cinerea* (Schaer.) Hedl., *M. denigrata* (Fr.) Hedl., *M. elachista* (Körb.) Coppins & R. Sant., *M. melaena* (Nyl.) Hedl., *M. micrococca* (Körb.) Gams ex Coppins, *M. misella* (Nyl.) Hedl., *M. nitschkeana* (J. Lahm ex Rabenh.) Harm., *M. peliocarpa* (Anzi) Coppins, *M. prasina* Fr. Лишайники встречаются на различных субстратах, чаще предпочитают древесину, реже кору хвойных или лиственных деревьев. Такие виды, как *Micarea cinerea* и *M. nitschkeana*, были отмечены в начале 20 века и известны только по литературным данным (Bachmann, 1920). Долгое время род *Micarea* продолжал оставаться слабоизученным в Беларуси, за последние 6 лет различными авторами приводится для республики пять новых видов лишайников: *Micarea elachista* [1], *M. melaena* [2], *M. micrococca* [1, 3], *M. misella* [1, 3] и *M. peliocarpa* [4]. Распространение и экология перечисленных видов требуют дальнейшего изучения. Вторичные метаболиты исследуемых образцов анализировались с помощью тонкослойной хроматографии (TLC). Гербарные образцы с акронимом MSK-L хранятся в гербарии лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники, КРАБГ – в гербарии Полярно-альпийского ботанического сада-института, LE – гербарии лаборатории лихенологии и бриологии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. Координаты приведены в системе WGS 84. В списке использованы следующие сокращения: лесхоз – (л-хоз), лесничество – (л-во), квартал – (кв.), выдел – (выд.), национальный парк – (НП), окрестности – (окр.), юг – (Ю), север – (С), юго-запад – (ЮЗ). Коллекторы обозначены: Яцына А. П. – (ЯА), Конорева Л. А. – (КЛ), Голубков В. В. – (ГВ), Крейер Г.К. – (КГ).

Micarea melaena (Nyl.) Hedl.

Распространение в Беларуси: Витебская область, Верхнедвинский район, 55°56'9,2»N, 28°17'27,0»E, Верхнедвинский л-хоз, Стрелковское л-во, кв. 20, выд. 8, 6 км между деревьями Москаленки – Миловиды, ельник черничный, на коре *Pinus sylvestris*. 20.08.2015. Coll./Det. ЯА. MSK-L 14947; Браславский район, НП «Браславские озера», окр. д. Струсто. 55°42'55,2»N, 26°59'06,8»E, Браславское л-во, кв. 52, выд. 6, сосняк зеленомошный, на коре *Pinus sylvestris*. 22.04.2015. Coll./Det. ЯА. MSK-L 14031; Лепельский район, Березинский биосферный заповедник, окр. д. Крайцы, 1,5 км на ССЗ. 54°40'48,0"N, 28°16'41,7"E, Крайцевское л-во, кв. 436/448, ельник зеленомошный, у основания ствола *Pinus sylvestris* L. 26.09.2012. Coll./Det. ЯА. MSK-L 10655; Россонский район, 56°03'51,4»N, 28°25'19,5»E, заказник «Красный бор», Россонский л-хоз, Лиснянское л-во, кв. 25, выд. 15, сосняк зеленомошный, на обгорелом пне. 10.06.2015. Coll./Det. ЯА. MSK-L 14386; 55°54'5,8»N, 28°37'33,4»E, Якубовское л-во, кв. 16, выд. 46, ельник зеленомошный, на трухлявом стволе *Picea abies* (L.) Karst. 18.08.2015. Coll./Det. ЯА. MSK-L 14900.

Минская область, Логойский район, окр. д. Михеды, 1 км к Ю. 54°14'05,7»N, 28°08'50,8»E, Швабовское л-во, кв. 47, сосняк кисличный, у основания ствола *Pinus sylvestris* L. 19.06.2013. Coll./Det. ЯА. MSK-L 12112; Минский район, заказник «При-

лепский», окр. д. Лесковка, 150 м на С. Боровлянское л-во, кв. 64, ельник кисличный, на коре *Pinus sylvestris* L. 04.08.2011. Coll./Det. ЯА. MSK-L 8226.

Могилевская область, Хотимский район, окр. д. Узлоги, 53°23'01,5"N, 32°43'10,9"E, памятник природы местного значения «Зайцев угол», сосняк долгомошный, на трухлявой древесине. 22.08.2012. Coll./Det. ЯА. MSK-L 10445.

Часто встречается в хвойных лесах Беларуси, произрастает у основания стволов *Pinus sylvestris*, реже на древесине других хвойных пород. В кисличных и зеленомошных типах хвойных лесов вид отмечен на коре *Pinus sylvestris* с лишайником *Dimerella pineti* (Ach.) Vězda, редко с видами *Lepraria* ssp. и *Chaenotheca ferruginea* (Turner) Mig., однажды отмечен с *Psilolechia lucida* (Ach.) M. Choisy.

Micarea micrococca (Körb.) Gams ex Coppins

Распространение в Беларуси: Витебская область, Лепельский район, Березинский биосферный заповедник, Крайцевское л-во, кв. 446, выдел 2, березняк осоково-мшистый, на древесине. 08.09.1983. Coll. ГВ. Det. КЛ. КРАВГ.

Гомельская область, Лельчицкий район, НП «Припятский», окр. д. Симоновичи, 3 км к Ю, сосняк, на древесине. 24.08.2010. Coll. ГВ, Det. КЛ. КРАВГ.

Содержит метоксимикареевую кислоту, впервые отмечен для Березинского биосферного заповедника и НП «Припятский» [5, 6].

Micarea prasina s.str.

Распространение в Беларуси: Брестская область, Каменецкий район, НП «Беловежская пуца», окр. д. Лядские, 52°35'23,9»N, 23°52'31,7»E. Королево-Мостовское л-во., кв. 779. выд. 1, дубрава кисличная, на древесине поваленного ствола *Quercus robur* L. 28.04.2016. Coll./Det. ЯА. MSK-L 16696.

Витебская область, Миорский район, окр. д. Красновцы, 55°36'17,0»N, 27°58'53,6»E, заказник «Ельня», Диснянское л-во, кв. 21, выд. 14, ясенник снытевый, на трухлявом пне. 17.08.2015. Coll./Det. ЯА. MSK-L 15109.

Могилевская область, Осиповичский район, окр. д. Елизово, 1,5 км на ЮЗ. 53°23'03,4»N, 28°56'08,3»E, Осиповичский л-хоз, Октябрьское л-во, кв. 22, выд. 11. дубрава кисличная, на трухлявом пне *Quercus robur* L. 13.05.2016. Coll./Det. ЯА. MSK-L 16881; Шкловский район, окр. д. Александрия. Открытое место, на древесине, на пнях. 27.08.1909. Coll./Det. КГ. LE.

Содержит микареевую кислоту. Встречается на древесине лиственных и хвойных породах, реже на коре.

Summary

Micarea melaena, *M. micrococca* and *M. prasina* s.str. are reported from Belarus. Their distribution and ecological preferences are discussed.

Работа выполнена при частичном финансировании грантов РФФИ № 16-04-01488-а, № 16-34-50074.

Литература

1. Tsurykau A., Czarnota P. Three lichen species of *Micarea* (Pilocarpaceae) new to Belarus // *Acta Mycologica*. – 2014. – Vol. 49, № 2. – P. 249–253.
2. Белый П. Н. Аннотированный список лишайников и лихенофильных грибов еловых экосистем Беларуси // *Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования*. – Минск: Белорусский Дом печати. – 2011. – Вып. 6. – С. 146–178.
3. Яцына А. П. Фитоценоотические особенности формирования лихенобиоты в сосновой формации Беларуси // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. – 2014. – № 1(79). – С. 36–43.
4. Яцына А. П. Новые и интересные находки лишайников и нелихенизированных грибов в Беларуси // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. – 2012. – № 5(71). – С. 45–49.
5. Голубков В. В., Кобзарь Н. Н. Первый аннотированный список лишайникообразующих и лихенофильных грибов Березинского биосферного заповедника // *Особо охраняемые природные территории Беларуси: исследования*. Вып. 2. Минск. Белорусский Дом печати. – 2007. – С. 11–34.
6. Голубков В. В. Лихенобиота Национального парка «Припятский» – Минск: Белорусский Дом печати. – 2011. – 192 с.

УДК 582.29

НОВЫЕ И ИНТЕРЕСНЫЕ НАХОДКИ ЛИШАЙНИКОВ И БЛИЗКОРОДСТВЕННЫХ ГРИБОВ НП «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»

Яцына А. П.¹, Мотеюнайте Ю.²

1. Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАНБ, Минск, Беларусь, lihenologs84@mail.ru
2. Nature Research Centre, Institute of Botany, Vilnius, Lithuania, jurga.motiejunaite@botanika.lt

Первые сведения о лишайниках НП «Беловежская пуца» (белорусская часть БП) встречаются в конце 19 века в трудах польских ботаников. В результате работы было собрано около 70 видов лишайников, из них 8 видов найдены на белорусской стороне БП [1]. В 1938 г. польский ботаник F. Krawiec в статье о биологическом разнообразии лишайников приводит новые виды для БП (белорусская часть): *Bryoria bicolor*, *Cladonia arbuscula* subsp. *mitis*, *Cladonia rangiformis*, *Collema nigrescens*, *Ochrolechia androgyna*, *Pertusaria coccodes* и *Usnea wasmuthii* [2]. В 1957 г. известные украинские лихенологи М. Ф. Макаревич и А. Г. Ромс приглашены Институтом биологии для исследования видового состава лишайников западной части БССР, в том числе и БП. В середине августа ими были обследованы следу-

ющие лесничества в БП: Королевско-Мостовское, Никорское, Язвенское и Свислочское. Собранные образцы специалистов – около 300 образцов – хранятся в Институте ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины, г. Киев (данные гербария KW). Существенный вклад в изучение биологического разнообразия лишайников БП внес В. В. Голубков. На основании огромного числа своих сборов и обобщения немногочисленных литературных данных в 1992 г. в диссертационной работе опубликован аннотированный список видов и внутривидовых таксонов лишайников БП, содержащий 283 видов [3]. За последнее время опубликован ряд работ, посвященных дополнению и ревизии отдельных групп лишайников БП. За десять лет список лишайников резервата дополнился 25 новыми видами.

С привлечением литературных данных и использованием базы данных по лишайникам Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Б (MSK-L) в настоящее время лишенобиота НП «Беловежская пуца» представлена 326 видами лишайников и близкородственными (лихенофильными и нелихенизированными) грибами.

В период 26–28 апреля 2016 г. А. П. Яцыной и Юргой Мотеюнайте осуществлялись сборы лишайников в БП на территориях Камянецкого и Пружанского районов Брестской области: Никорское, Хвойникское, Королево-Мостовское и Белянское л-во. В результате частичной ревизии сборов впервые для БП выявлено 13 видов лишайников, 3 вида нелихенизированных (*Chaenothecopsis nana*, *Chaenothecopsis rubescens* и *Stenocybe pulatula*) и 2 вида лихенофильных (*Arthrorhaphis aeruginosa* и *Pronectria anisospora*) грибов. Впервые для территории Беларуси указано 5 новых видов: из них 2 вида лишайников (*Acrocordia cavata* и *Ropalospora viridis*), 2 лихенофильных гриба (*Arthrorhaphis aeruginosa* и *Pronectria anisospora*) и нелихенизированный гриб – *Chaenothecopsis rubescens*.

Ниже в алфавитном порядке приводится аннотированный список лишайников и близкородственных грибов. Новые для Беларуси виды обозначены (*), для БП – (!), лихенофильные грибы – (#) и нелихенизированные грибы – (+).

(*)(!) *Acrocordia cavata* (Ach.) R.C. Harris

Камянецкий район, окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 779. выд. 7. 52°35'29,8»N, 23°52'39,2»E. 28.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16706.

(*)(!)# *Arthrorhaphis aeruginosa* R. Sant. & Tønsberg

Пружанский район, окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 17. 52°38'54,4»N, 23°55'37,9»E. 26.04.2016. Coll./Det. Мотеюнайте Ю. Дубрава кисличная. На талломе *Cladonia* sp. MSK-L 16763.

(!) *Arthonia arthonioides* (Ach.) A.L. Sm.

Пружанский район, окр. д. Хвойники. Хвойникское л-во, кв. 434. выд. 15. 52°42'26,8»N, 23°59'13,2»E. 27.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16834; окр. хут. Никор. Хвойникское л-во, кв. 349. выд. 3. 52°44'27,1»N, 23°59'7,7»E. 27.4.2016 Det. Яцына А. П. Ясенник папоротниковый. На

коре *Quercus robur* L. MSK-L 16843.

(!)*Arthonia byssacea* (Weigel) Almq.

Каменецкий район, окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 772. выд. 13. 52°35'45,2»N, 23°46'35,2»E. 26.4.2016. Det. Яцына А. П. Осинник кисличный. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16788; д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 779. выд. 7. 52°35'25,5»N, 23°52'36,7»E. 28.04.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16709.

(!)*Arthonia vinosa* Leight.

Каменецкий район, окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 772. выд. 7. 52°35'42,9»N, 23°46'33,7»E. 26.4.2016. Det. Яцына А. П. Осинник кисличный. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16734; Пружанский район, окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 17. 52°38'56,7»N, 23°55'36,0»E. 26.04.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16738.

(!)*Bacidina sulphurella* (Samp.) M. Hauck & V. Wirth

Пружанский район, окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 17. 52°38'52,3»N, 23°55'40,2»E. 26.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 16733.

(!)*Biatora ocelliformis* (Nyl.) Arnold

Каменецкий район, окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 772. выд. 13. 52°35'42,6»N, 23°46'31,3»E. 26.4.2016. Det. Яцына А. П. Осинник кисличный. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 16784; Пружанский район, окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 17. 52°38'54,8»N, 23°55'34,2»E. 26.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 16781; окр. д. Хвойники. Хвойникское л-во, кв. 349. выд. 4. 52°44'27,5»N, 23°59'05,4»E. 27.4.2016. Det. Яцына А. П. Ясенник папоротниковый. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 16813.

(!)*Candelaria pacifica* M. Westb.

Каменецкий район, д. Белая. 52°34'50,2»N, 23°43'46,2»E. 28.04.2016. Coll./Det. Яцына А. П. Липовая аллея. На коре *Acer platanoides* L. MSK-L 16692.

(!)(+)*Chaenothecopsis nana* Tibell

Пружанский район, окр. хут. Вискули. Никорское л-во., кв. 683. выд. 9. 52°37'01,2»N, 23°55'30,3»E. 27.4.2016. Coll./Det. Яцына А. П. Кленовник кисличный. На стволе *Acer platanoides* L. MSK-L 16824.

Chaenotheca gracilentia (Ach.) Mattson & Middleb.

Пружанский район, окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 1. 52°39'1,8»N, 23°55'40,6»E. 26.04.2016. Coll./Det. Яцына А. П. Ясенник кисличный. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16746; окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 17. 52°38'58,2»N, 23°55'40,6»E. 26.04.2016. Coll./Det. Яцына А. П. Ясенник кисличный. У основания ствола *Fraxinus excelsior* L. MSK-L 16754.

(*)(!)(+) *Chaenothecopsis rubescens* Vain.

Каменецкий район, окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 772. выд. 17. 52°35'42,4»N, 23°46'25,7»E. 26.4.2016. Det. Яцына А. П. Осинник кисличный. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16777; Пружанский район, окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 17. 52°38'54,8»N, 23°55'34,2»E. 26.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На корнях усыхающего ствола *Quercus robur* L. MSK-L 16743; окр. д. Хвойники. Хвойникское л-во, кв. 434. выд. 11. 52°42'20,3»N, 23°59'29,9»E. 27.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16821.

Fellhanera gyrophorica Sérus., Coppins, Diederich & Scheid.

Каменецкий район, окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 779. выд. 7. 52°35'25,5»N, 23°52'34,8»E. 28.04.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 16707; д. Пастухово Болото. Белянское л-во, кв. 762. выд. 19. 52°35'20,7»N, 23°36'25,4»E. 28.04.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16723; окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 772. выд. 13. 52°35'42,6»N, 23°46'31,3»E. 26.04.2016. Det. Яцына А. П. Осинник кисличный. На коре *Populus tremula* L. MSK-L 16748; Пружанский район, окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 17. 52°38'54,4»N, 23°55'37,8»E. 26.04.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16752.

(!) *Fellhanera subtilis* (Vězda) Diederich & Sérus.

Каменецкий район, окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 772. выд. 13. 52°35'45,1»N, 23°46'35,2»E. 26.4.2016. Coll./Det. Яцына А. П. Осинник кисличный. На ветках черники. MSK-L 16775.

(*)(!)(#) *Pronectria anisospora* (Lowen) Lowen

Пружанский район, окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 10. 52°39'1,2»N, 23°55'36,2»E. 26.04.2016. Coll./Det. Мотеюнайте Ю. Березняк кисличный. На слоевище *Hyrogymnia physodes* (L.) Nyl. MSK-L 16778.

(!) *Psilolechia clavulifera* (Nyl.) Coppins

Пружанский район, окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 17. 52°38'53,0»N, 23°55'40,2»E. 26.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На корнях *Picea abies* (L.) Karst. MSK-L 16769.

(!) *Psilolechia lucida* (Ach.) M. Choisy

Каменецкий район, окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 679. выд. 23. 52°37'5,1»N, 23°51'33,2»E. 26.4.2016. Coll. Мотеюнайте Ю. Det. Яцына А. П. Сосняк черничный. На корнях *Picea abies* (L.) Karst. и почве. MSK-L 16744.

(!) *Reichlingia leopoldii* Diederich & Scheid.

Пружанский район, окр. хут. Никор. Хвойникское л-во, кв. 349. выд. 3. 52°44'29,1»N, 23°59'4,4»E. 27.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16790; окр. д. Хвойники. Хвойникское л-во, кв. 434. выд. 11. 52°42'20,1»N, 23°59'29,8»E. 27.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 16810;

окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 1. 52°39'1,8»N, 23°55'40,6»E. 26.04.2016. Det. Яцына А. П. Ясенник кисличный. На коре *Quercus robur* L. MSK-L 16756.

(*)(!)*Ropalospora viridis* (Tønsberg) Tønsberg

Каменецкий район, окр. д. Лядские. Королево-Мостовское л-во, кв. 779. выд. 7. 52°35'19,2»N, 23°52'31,2»E. 28.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 16698; окр. д. Пастухово Болото. Белянское л-во, кв. 762. выд. 19. 52°35'19,9»N, 23°36'27,2»E. 28.04.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 1671; Пружанский район, окр. д. Хвойники. Хвойникское л-во, кв. 434. выд. 11. 52°42'20,1»N, 23°59'29,8»E. 27.4.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 16811; окр. хут. Переров. Никорское л-во, кв. 589А. выд. 17. 52°38'52,3»N, 23°55'40,2»E. 26.04.2016. Det. Яцына А. П. Дубрава кисличная. На коре *Carpinus betulus* L. MSK-L 16735.

(!)(+)*Stenocybe pullatula* (Ach.) Stein

Брестская область, Пружанский район, окр. хут. Никор. Хвойникское л-во, кв. 349. выд. 2. 52°44'32,08»N, 23°58'49,3»E. 27.4.2016. Det. Яцына А. П. Черноольшаник осоковый. На ветках *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. MSK-L 16807.

(!)*Trapeliopsis pseudogranulosa* Coppins & P. James

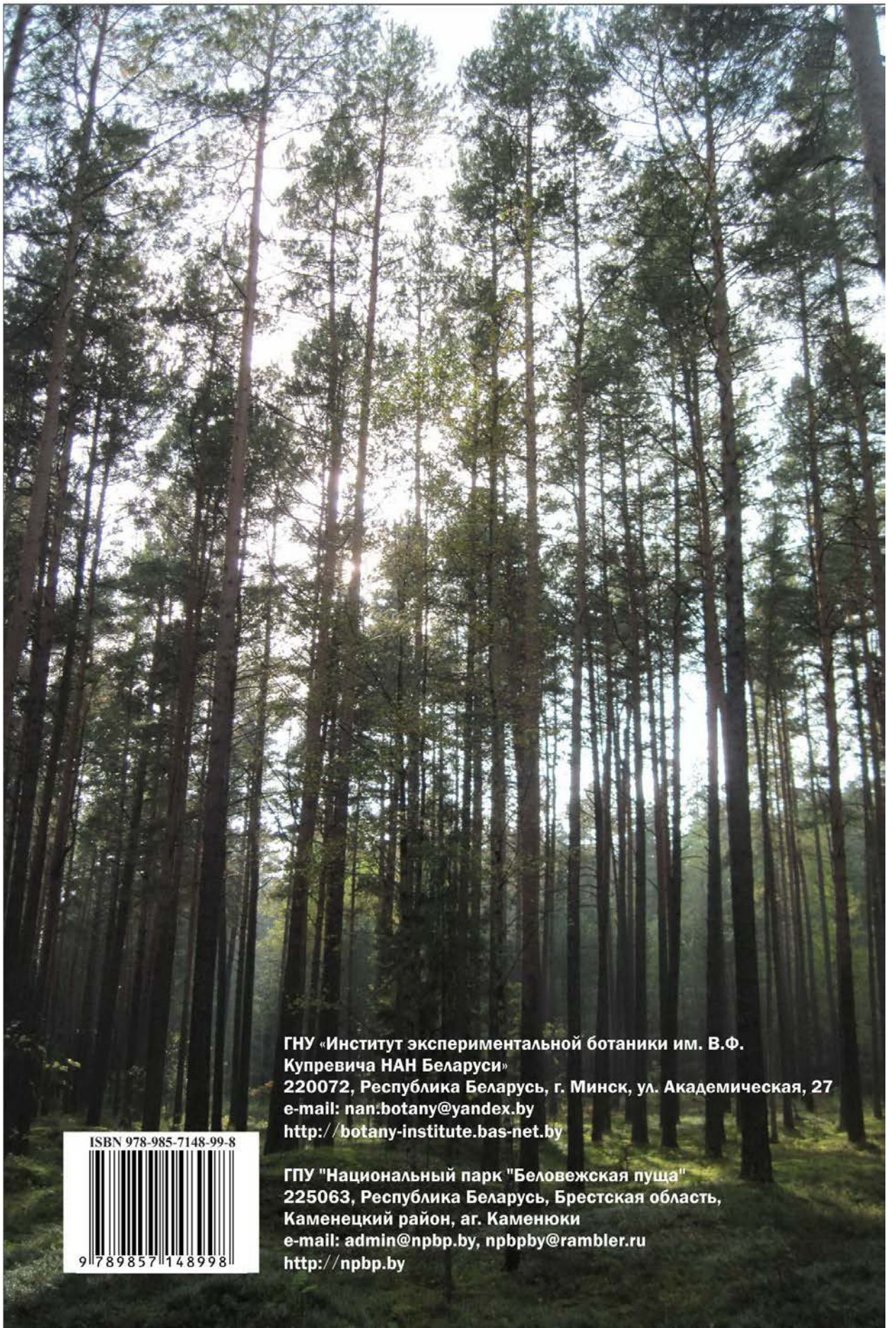
Брестская область, Каменецкий район, д. Пастухово Болото. Белянское л-во, кв. 762. выд. 20. 52°35'27,2»N, 23°36'35,1»E. 28.4.2016. Det. Яцына А. П. Ельник кисличный. На трухлявом стволе *Picea abies* (L.) Karst. MSK-L 16731.

Summary

As a result of the partial revision of lichen samples for the first time for the Bialowieza Forest found 13 species of lichen, 3 species non-lichenized saprobic fungi (*Chaenothecopsis nana*, *Chaenothecopsis rubescens* and *Stenocybe pullatula*) and 2 species lichenicolous fungi (*Arthrorhaphis aeruginosa* and *Pronectria anisospora*) fungi. For the first time in Belarus given 5 new species: including 2 species of lichens (*Acrocordia cavata* and *Ropalospora viridis*), 2 lichenicolous fungi (*Arthrorhaphis aeruginosa* and *Pronectria anisospora*) and non-lichenized saprobic fungi – *Chaenothecopsis rubescens*.

Литература

1. Blonski F., Drymmer K. Sprawozdanie z wycieczki botanicznej odbytej do puszczy Bialowieskiej, ładzkiej i swesłockiej w roku 1888 // Pam. fizyog. – 1889. – Т. 9. – Dz. 4. – S. 96–97.
2. Krawiec F. Materiały do flory porostów północno-wschodniej Polski. Beiträge zur Flechtenflora Nord-Ostpolens. Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej obejmujące pogląd na czynności dokonane w ciągu roku 1936 oraz Materiały do fizjografii kraju 71: Kraków: Nakładem Polskiej Akademii Umiejętności. – 1938. – P. 65–82.
3. Голубков В. В. Лишайники охраняемых природных территорий Белоруссии (эколого-флористическая характеристика): дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05, 03.00.24. Минск. – 1992. – 503 с.



ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси»
220072, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27
e-mail: nan.botany@yandex.by
<http://botany-institute.bas-net.by>

ISBN 978-985-7148-99-8



9 789857 148998

ГПУ "Национальный парк "Беловежская пуща"
225063, Республика Беларусь, Брестская область,
Камянецкий район, аг. Каменюки
e-mail: admin@npbp.by, npbpby@rambler.ru
<http://npbp.by>