A circular biological structure, possibly a cross-section of a fungus or a similar organism, showing a dense pattern of radial lines or striations. The structure is positioned on the right side of the image, with its center towards the right edge. The background is a dark, textured surface.

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ И  
ЭКОЛОГИЯ ГРИБОВ И  
ГРИБОПОДОБНЫХ  
ОРГАНИЗМОВ  
СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Уральский федеральный университет первого Президента России Б.Н. Ельцина  
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
Институт экологии растений и животных УрО РАН  
Русское ботаническое общество  
Национальная академия микологии  
Санкт-Петербургское микологическое общество

## **БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ ГРИБОВ И ГРИБОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ**

Материалы Всероссийской конференции с международным участием  
Екатеринбург, 20–24 апреля 2015 г.

Екатеринбург  
Издательство Уральского университета  
2015

УДК 582.28(063)  
Б636

*Издание осуществлено при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований  
(грант № 15-04-20160)*

**Редакционная коллегия:**

ответственный редактор – заслуженный деятель науки РФ,  
доктор биологических наук, проф. *В. А. Мухин*  
доктор биологических наук, проф. *А. Е. Коваленко*  
доктор биологических наук, проф. *А. В. Кураков*  
доктор биологических наук *Д. В. Веселкин*  
доктор биологических наук *А. Г. Ширяев*  
кандидат биологических наук, доц. *А. Г. Пауков*  
кандидат биологических наук, доц. *А. С. Третьякова*  
кандидат биологических наук *О. С. Ширяева*

**Биоразнообразие** и экология грибов и грибоподобных организ-  
Б636 мов северной Евразии : материалы Всерос. конф. с международ. уча-  
стием. Екатеринбург, 20–24 апреля 2015 г. Екатеринбург : Изд-во Урал.  
ун-та, 2015. – 324 с.

ISBN 978-5-7996-1438-6

В сборнике представлены материалы докладов участников Всероссийской конференции с международным участием «Биоразнообразие и экология грибов и грибоподобных организмов северной Евразии», в которых рассматривается широкий круг вопросов, касающихся биологического разнообразия, экологии, биохимии, цитофизиологии, генетики грибов и грибоподобных организмов, а также биоразнообразия, экологии лишайников и лишенофильных грибов в экосистемах северной Евразии. Значительное число докладов посвящено вопросам биоразнообразия и экологии фито- и энтомопатогенных грибов, использованию грибов в биотехнологии.

Книга предназначена для широкого круга специалистов – биологов и генетиков, микологов и экологов, фитопатологов и микробиологов, биотехнологов, а также для студентов и преподавателей университетов, сельскохозяйственных, педагогических, медицинских и лесохозяйственных вузов.

УДК 582.28(063)

## ПРИРОСТ КУСТИСТО-РАЗВЕТВЛЕННЫХ ЛИШАЙНИКОВ НА ПАСТБИЩАХ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ\*

Большая часть тундровых экосистем Евразии и Северной Америки активно используется в качестве пастбищных угодий для северных оленей, что оказывает значительное влияние на состояние растительного покрова этих территорий [5, 7]. Наиболее чувствительны к воздействию выпаса сообщества с доминированием лишайников [5], которые считаются неустойчивыми, медленно восстанавливающимися или практически не восстанавливающимися [3]. Современная структура мохово-лишайникового яруса (проективное покрытие 30–93 %) на пастбищах полуострова Ямал характеризуется доминированием мхов до 25–80 %, покрытием лишайников до 20–40 %, высотой яруса до 5 см, довольно низким обилием ценных кормовых лишайников: *Cladonia arbuscula* (до 20 %), *C. rangiferina* (до 20 %), *C. stellaris* (менее 1 %).

**Цель работы** – оценить изменчивость относительного прироста кустисто-разветвленных лишайников на пастбищах северного оленя в градиенте природных зон севера Западной Сибири.

Задачи: 1) рассчитать относительный прирост кустисто-разветвленных лишайников на пастбищах северного оленя в условиях зимнего и летнего выпаса; 2) оценить связь скорости роста лишайниковых слоевищ с условиями среды на фоне пастбищной эксплуатации; 3) оценить современное состояние ценных кормовых видов лишайников на пастбищах.

В качестве модельных видов были выбраны ценные кормовые лишайники рода *Cladonia* (*C. arbuscula* (Wallr.) Flot., *C. rangiferina* (L.) F. H. Wigg., *C. stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda, *C. stygia* (Fr.) Ruoss).

В целом на пастбищах севера Западной Сибири при существующей интенсивности выпаса и современном состоянии растительного покрова прирост кустисто-разветвленных лишайников варьирует от 1,2 до 8,8 (живой части 0,9 до 4,3 мм/год) мм/год (табл. 1). Прирост все-

го подеция демонстрирует потенциальную скорость роста лишайников в конкретных условиях среды, а прирост живой части характеризует продукционный потенциал лишайниковых сообществ.

Наибольшие значения относительного прироста кустистых лишайников отмечены на зимних пастбищах в зоне лесотундры, наименьшие – на летних пастбищах в южных субарктических тундрах (различия достигают 30 %). Более высокие значения прироста на зимних пастбищах, по сравнению с летними, связаны с особенностями выпаса в разные сезоны года. Так, зимой напочвенный покров защищен от вытаптывания мощным снежным покровом и нарушается гораздо меньше, тогда как в летний период лишайниковый компонент крайне сильно разрушается механически. Средние значения скорости роста кустисто-разветвленных лишайников незначительно меняются в зональном градиенте, особенно в тундровой зоне на полуострове Ямал, несмотря на значительное изменение гидротермических условий и структуры сообществ с участием лишайников [6]. При том что в целом для Западной Сибири показано существенное снижение относительного прироста лишайников рода *Cladonia* с юга на север [1]. Вероятно, интенсивные пастбищные нагрузки нивелируют зональные особенности прироста кустистых лишайников.

Кроме того, на фоне пастбищной эксплуатации значительно снижается вклад особенностей структуры сообществ в изменчивость относительного прироста кустисто-разветвленных видов лишайников. Так, в условиях южных и северных субарктических тундр, где анализируется прирост лишайников из разных типов тундр, в том числе с участием кустов и без них, выявить достоверные различия скорости роста в этих типах сообществ не удалось. Вклад степени сомкнутости кустарников оказался незначителен. Тогда как в мало нарушенных

Таблица 1

Изменчивость прироста кустисто-разветвленных лишайников рода *Cladonia* на летних и зимних пастбищах северного оленя севера Западной Сибири

Вид/Природная зона	<i>C. arbuscula</i>		<i>C. rangiferina</i>		<i>C. stygia</i>		<i>C. stellaris</i>		В целом для группы	
	Xcp±SD	min-max	Xcp±SD	min-max	Xcp±SD	min-max	Xcp±SD	min-max	Xcp±SD	min-max
Прирост пододея, мм/год										
Лесотундра	2,5±0,5	1,5–3,4	3,2±1,4	1,5–6,0	3,4±1,2	2,0–5,3	3,3±1,3	1,5–4,5	3,1±1,1	1,5–6,0
Южные субарктич. тундры	2,1±0,3	1,7–3,0	2,1±0,4	1,2–3,1	2,7±1,0	1,3–6,3	2,0±0,3	1,8–2,4	2,3±0,6	1,2–6,3
Северные субарктич. тундры	2,3±0,4	1,6–3,4	2,4±0,3	1,7–3,4	3,2±0,7	2,1–4,3	н/д	н/д	2,6±0,6	1,6–4,3
Арктические тундры	2,2±0,3	1,8–2,6	2,2±0,7	1,6–3,2	3,1±0,8	2,4–3,9	н/д	н/д	2,3±0,6	1,2–6,3
Прирост живой части, мм/год										
Лесотундра	2,0±0,3	1,2–2,5	2,5±0,9	1,1–4,2	2,3±0,7	1,5–3,5	2,3±0,8	1,3–3,2	2,3±0,7	1,1–4,2
Южные субарктич. тундры	1,8±0,2	1,4–2,5	1,9±0,3	0,9–2,6	1,9±0,5	1,2–2,9	1,8±0,2	1,6–2,0	1,9±0,3	0,9–2,9
Северные субарктич. тундры	1,7±0,3	1,2–2,8	2,0±0,2	1,5–2,4	2,3±0,5	1,6–3,3	н/д	н/д	2,0±0,4	1,2–3,3
Арктические тундры	1,7±0,1	1,5–1,8	1,7±0,3	1,4–2,1	2,3±0,6	1,8–2,9	н/д	н/д	1,9±0,4	1,4–2,9

фитоценозах зоны лесотундры [1] и тундровых сообществах в период 30–80-х годов XX века [2, 4] прирост лишайников значимо выше в кустарниковых тундрах, по сравнению с разными вариантами травяно-кустарничково-мохово-лишайниковых сообществ.

На фоне интенсивного выпаса северных оленей в тундровой зоне значимое влияние на скорость роста лишайников оказывает только мощность лишайниковой дернины (вклад других параметров, характеризующих горизонтальную и вертикальную структуру сообществ незначителен). Этот фактор является основой стабильности микроусловий мохово-лишайникового покрова, способствует сохранению определенной степени увлажнения и стабилизации температуры в припочвенном слое. Значительная деградация мощности дернины

ведет к существенному снижению скорости роста лишайников, продуктивности сообществ с их участием и, как следствие, к ухудшению состояния пастбищ.

На фоне современных пастбищных нагрузок лишайниковые сообщества на полуострове Ямал не соответствуют состоянию зональных тундр, которые способны обеспечить высокую продуктивность лишайникового компонента. Максимальные значения прироста живой части пододея основных кормовых видов лишайников соответствуют нижней границе варьирования скорости роста лишайников в тундровых сообществах на севере России в 50–80-е годы XX века [2, 4]. В частности, для полуострова Ямал прирост кормовых лишайников оценивался в 4,7–8,1 мм/год, что в 2,5–4,5 раз выше современных значений.

### Список литературы

1. Абдульманова С. Ю. Изменчивость прироста покровобразующих лишайников в пространственных градиентах // Экология: теория и практика : материалы конф. молодых ученых (Екатеринбург, 15–19 апреля 2013 г.). Екатеринбург: Голицкий, 2013. С. 5–15.
2. Андреев В. Н. Прирост кормовых лишайников и приемы его регулирования // Труды БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. 1954. Вып. 9. С. 11–74.
3. Мониторинг биоты полуострова Ямал в связи с развитием объектов добычи и транспортировки газа. Екатеринбург: Аэрокосмоэкология, 1997. 192 с.
4. Полежаев А. Н. Оленьи пастбища Чукотки, перспективы освоения, мероприятия по рациональному использованию и охране // Оленьи пастбища Крайнего Севера. Якутск, 1984. С. 115–127.
5. Полуостров Ямал: растительный покров. Тюмень: Сити-пресс, 2006. 360 с.
6. Природа Ямала. Екатеринбург: Наука, 1995. 435 с.

7. Olofsson J., Moen J., Oksanen L. Effects of herbivory on competition intensity in two arctic-alpine tundra communities with different productivity // *Oikos*. 2002. № 96. P. 265–272.

S. U. Abdulmanova

*Institute of plant and animal ecology UrB RAS, Ekaterinburg  
e-mail: SvAbdulmanova@e1.ru*

### GROWTH RATE OF SHRUB-FRUTICOSE CLADONIA LICHENS ON NORTHERN WEST-SIBERIAN PASTURES OF REINDEER\*

**Summary.** Growth rate of shrub-fruticose *Cladonia* lichens was estimated on reindeer pastures in forest-tundra and tundra zones of West Siberia. The main environmental factors that determine growth rate variation of *Cladonia* lichens on rein-

deer pastures were identified. Changes of lichen growth rate on northern West-Siberian pastures from 30–80th years of the XX century to 10th years of the XXI century were detected.

В. И. Андросова, А. Ю. Королева,  
Т. Н. Чернышева, М. А. Шредерс

*Петрозаводский государственный университет  
г. Петрозаводск. Россия  
e-mail: vera28@karelia.ru*

### ВИДОВОЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПЕТРОЗАВОДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА\*

Ботанический сад ПетрГУ, основанный в 1951 году, расположен на северо-восточном берегу Петрозаводской губы Онежского озера (61° 47' с. ш., 34° 20' в. д.) на южных склонах реликтового вулкана, в подзоне средней тайги, имеет площадь 367 га, является особо охраняемой природной территорией и входит в состав Петрозаводского городского округа. Ботанический сад ПетрГУ относится к числу наиболее северных интродукционных пунктов России.

Первые сведения о лишенологических находках (11 видов) на территории, где расположен Ботанический сад, известны из сводки финского исследователя XIX в. Й. Норлина [4]. Несмотря на более чем полувековую историю существования Ботанического сада лишенологические исследования ведутся здесь только с конца 90-х годов XX в., и первым обобщением результатов стал список видов, включающий 117 лишайников. [2]. В недавних работах для данной территории указывается уже 154 вида лишайников [5]. В видовом составе лишайников Петрозаводского городского округа

59 видов (26 %) обнаружены только здесь [5]. Это говорит о высоком потенциале данной территории в отношении видовой разнообразия лишайников, учитывая также тот факт, что исследована главным образом только площадь Ботанического сада с естественной растительностью. Дендрарий сада остается малоизученным в лишенологическом отношении. Он состоит из трех отделов (европейский, северо-американский, азиатский), занимающих площадь 21 га, (6 % от всей территории сада), где произрастают более 200 видов древесных интродуцентов, возраст которых составляет 55–70 лет.

Исследования были выполнены в 2014 г. на территории европейского и северо-американского отделов дендрария маршрутным методом. На первом этапе работы на миллиметровой бумаге были закартированы все деревья исследованных отделов дендрария. На втором этапе при помощи методов ГИС – технологий данные о расположении деревьев разных пород относительно друг друга были перенесены

© Андросова В. И., Королева А. Ю., Чернышева Т. Н., Шредерс М. А., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012–2016 гг.

на электронную карту исследованного участка. К каждому дереву была сделана привязка к базе данных, содержащей информацию о таксационных параметрах дерева и о видовом составе лишайников. В ходе исследования был выявлен видовой состав 230 деревьев 24 видов древесных интродуцентов и было собрано 450 образцов лишайников. Коллекции хранятся в гербарии ПетрГУ (PZV).

В данной работе представлены предварительные результаты изучения эпифитных лишайников дендрария Ботанического сада ПетрГУ. К настоящему времени на стволах древесных интродуцентов европейского и североамериканского отделов дендрария было выявлено 70 видов лишайников, относящихся к 22 семействам и 42 родам. Ведущее положение по числу видов занимают семейства Parmeliaceae (23), Cladoniaceae (10), Ramalinaceae (7), составляющие в совокупности 57 % от общего числа видов. Ведущее положение этих семейств и преобладание видов, относящихся к бореальному широтному геоэлементу, свидетельствует о сохранении исследованной лишайниковой бореальных черт, свойственных для естественных территорий. Преобладающими по числу видов являются роды *Cladonia* (10), *Bryoria* (4), *Usnea* (3).

Среди выявленных лишайников преобладают виды накипной жизненной формы (31 вид,

44 %). Кустистые лишайники представлены 21 видом (30 %), листоватые – 18 (26 %). Сравнительно низкая доля накипных видов обусловлена предварительностью полученных данных.

Два вида лишайника, обнаруженных на территории дендрария, занесены в Красную книгу Карелии: *Bryoria nadvornikiana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw., *Ramalina dilacerata* (Hoffm.) Hoffm [1]. 20 видов не указывались прежде для территории Ботанического сада ПетрГУ. Вид *Calicium pinastri* Tibell, обнаруженный на стволе лиственницы сибирской, не приводится в сводке лишайников Карелии [3].

Наибольшее число видов лишайников обнаружено на стволах лиственных интродуцентов родов *Quercus* (30), *Acer* (26) и *Betula* (24). Среди хвойных интродуцентов наибольшее видовое разнообразие лишайников отмечено для родов *Picea* (24), *Abies* (20) и *Larix* (19). Как на стволах широколиственных древесных видов, так и хвойных, наибольшее распространение имеют лишайники, характерные для бореальных сообществ: *Bryoria nadvornikiana*, *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al., *Parmelia sulcata* Taylor, *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., *Platismatia glauca* (L.) W. Culb. & C. Culb., *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr., *Usnea hirta* (L.) F.H. Wigg., *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai.

#### Список литературы

1. Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2007. 364 с.
2. Тарасова В. Н., Сонина А. В. Лишайниковые исследования на территории Ботанического сада Петрозаводского государственного университета // Hortus bot. 2006. № 4. Режим доступа: <http://hortus.karelia.ru/bgm/hb.html>
3. Фадеева М. А., Голубкова Н. С., Витикайнен О., Ахти Т. Конспект лишайников и лишайнофильных грибов республики Карелия. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 194 с.
4. Norrlin J. P. Flora Kareliae Onegensis. II. Lichens // Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica. 1876. B. 1. S. 1–42.
5. Tarasova V. N., Sonina A. V., Androsova V. I., Ahti T. The present lichen flora of the city of Petrozavodsk // Folia Cryptogamica Estonica. 2013. V. 50. P. 57–66.

V. I. Androsova, A. Y. Koroleva, T. N. Chernisheva

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk  
e-mail: vera28@karelia.ru

#### LICHEN SPECIES COMPOSITION ON INTRODUCED TREE SPECIES IN BOTANICAL GARDEN OF THE PETROZAVODSK STATE UNIVERSITY

**Summary.** Preliminary data on species composition of epiphytic lichens of the dendrarium of the Petrozavodsk State university Botanical garden are presented. We report 70 species of lichens col-

lected on 24 deciduous and coniferous trees. Two lichen species from Karelian Red Data Book (*Bryo-*

*ria nadvornikiana* and *Ramalina dilacerata*) were recorded.

А. Б. Антропова<sup>1</sup>, Е. Н. Биланенко<sup>2</sup>,  
В. Л. Мокеева<sup>2</sup>, Л. Н. Чекунова<sup>2</sup>,  
А. В. Качалкин<sup>2</sup>, О. В. Штаер<sup>2</sup>, О. В. Камзолкина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток  
им. И. И. Мечникова РАМН  
г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: antropova-a@yandex.ru

## БАЗИДИОМИЦЕТ *QUAMBALARIA CYANESCENS* В АССОЦИАЦИИ С БЕРЕЗОЙ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ФИЛОГЕНИЯ, ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ

История вида *Quambalaria cyanescens* начинается с 1973 г. Впервые он был выделен с кожи человека и описан как *Sporothrix cyanescens* de Hoog & G. A. de Vries [5]. В дальнейшем его систематическое положение неоднократно пересматривалось на основании обнаружения в клетках коэнзима Q10, данных ультраструктурного анализа, в частности обнаружения долипоровой септы, а также молекулярно-генетических исследований региона ITS рДНК и LSU рДНК. В результате вид переописывали как *Cerinosterus cyanescens* (de Hoog & G. A. de Vries) R. T. Moore, *Fugomyces cyanescens* (de Hoog & G. A. de Vries) Sigler и, наконец, *Quambalaria cyanescens* (de Hoog & G. A. de Vries) Z. W. de Beer, Begerow & R. Bauer (Quambalariaceae, Microstromatales, Exobasidiomycetidae, Exobasidiomycetes, Ustilaginomycotina, Basidiomycota) [3, 5].

Базидиомицет *Q. cyanescens*, ранее известный преимущественно как симбионт растений родов *Eucalyptus* и *Corymbia* на Австралийском континенте [3, 7–9], был обнаружен в ассоциации с березой повислой на территории Московского региона [1, 2]. *Q. cyanescens* выявляется чаще на поверхности и внутри мужских сережек, в пробах пыльцы, реже – на поверхности листьев и веток. Встречаемость гриба достаточно высока и составляет около 30 %. Микробицет обнаружен на березах, расположенных в разных районах Москвы и Московской области, находящихся на удалении друг от друга до 200 км, и не обнаружен на других растениях (ольха серая и черная, лещина обыкновенная, еже сборная, тимофеевка луговая).

Результаты ДНК портретирования показали наличие филогеографической структуры вида *Q. cyanescens*. Филогенетический анализ выявил 3 четкие филогенетические группы внутри вида *Q. cyanescens*. Различия наших штаммов с типовым составляли 1,4 % по ITS1-5.8S-ITS2 региону и 0,4 % по D1/D2 доменам LSU рДНК [2].

Дальнейшие задачи работы включают анализ распространения *Q. cyanescens* в ассоциации с березой как на территории России, так и других стран.

В период с ноября 2013 г. по январь 2015 г. были отобраны пробы мужских соцветий березы повислой в 15 городах различных стран: России (Санкт-Петербург, Рязань, Суздаль, Владимир, Тамбов, Анапа, Чебоксары, Казань, Екатеринбург, Иркутск, Владивосток), Финляндии (Хельсинки), Беларуси (Минск), Германии (Марбург), Болгарии (Несебр). Микробицеты выделяли посевом на питательную среду Чапека.

Помимо г. Москвы, *Q. cyanescens* выявлена в пробах, собранных в Чебоксарах (Россия) и в Несебре (Болгария).

Несмотря на то, что список регионов выявления *Q. cyanescens* в ассоциации с березой повислой на настоящий момент невелик, очевидно, что он будет постоянно расширяться, т. к. география находок довольно широка и захватывает разные климатогеографические зоны. Следует учитывать также, что факт отсутствия гриба на исследованных березах не означает



его отсутствие в исследуемом регионе, т. к. гриб обнаруживается не на всех деревьях, и выборка для достоверного ответа, по-видимому, должна быть достаточно высока. Род *Quambalaria* тесно связан с растениями: из 6 известных представителей рода 5 обладают фитопатогенными свойствами, лишь *Q. cyanescens* – предположительно эндофит [7]. Отсутствие видимых симптомов болезни на березе позволяет высказать такое же предположение и в отношении биоценологических связей гриба с березой. В пользу этого факта говорит и обнаружение его внутри мужских сережек даже в зимний период [2]. Значительная численность микромицета в пробах пыльцы (в среднем  $10^4$  КОЕ/г) позволяет предположить, что заражение других растений происходит отчасти посредством пыльцы, что также характерно для эндофитных видов. В то же время обильное конидиальное спороношение не исключает возможности горизонтальной передачи пропагул другим деревьям. В литературе описана ассоциация *Q. cyanescens* с насекомыми, которые могут также вносить вклад в распространение гриба [6].

В таксономии базидиальных грибов большое значение имеет структура септального аппарата. Долиповые септы характерны для представителей из порядка Microstromatales п/отд. Ustilaginomycotina и всех исследованных представителей п/отд. Agaricomycotina. Долиповая септа, как правило, ассоциирована с септальной поровой шапочкой (англ. *septal pore cap*), в особенности это справедливо для грибов из п/отд. Agaricomycotina. В зарубежной

литературе можно встретить две точки зрения на детали строения септы у *Q. cyanescens*. Одни авторы в характеристике септального аппарата отмечают двумембранную шапочку, которая окружает долиповую септу и располагается симметрично с двух сторон от нее [3, 4], другие – мембранную шапочку вокруг долиповой септы не обнаруживают [10, 11].

В связи с этим перед нами стояла задача исследовать ультраструктуру септального аппарата *Q. cyanescens*. Изучение мицелия наших изолятов и типового штамма CBS 357.73 методом ТЭМ выявило долиповые септы с характерными утолщениями вокруг порового канала. В основании долипового вздутия иногда были локализованы мембранные цистерны, вероятно, эндоплазматического ретикулума, других мембранных структур обнаружено не было. Подобное строение септального аппарата характерно для вида *Q. cyanescens* [10]. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований, проведенных в лаборатории W. H. Batenburg-Van Der Vegte [10].

Накопленный к настоящему времени материал доказывает тесную ассоциацию между березой повислой и *Q. cyanescens*. Береза имеет широкий ареал, а ее пыльца является источником ведущих аллергенов в ряде стран, в том числе в России. В этой связи изучение характера биоценологических отношений и цикла развития микромицета, а также аллергенных и адъювантных свойств *Q. cyanescens* представляют несомненный интерес и требуют дальнейшего изучения.

#### Список литературы

1. Антропова А. Б., Биланенко Е. Н., Мокеева В. Л. и др. Микромицеты, ассоциированные с пыльцой березы повислой (*Betula pendula* Roth) // Тезисы докладов Второго Съезда микологов России «Современная микология в России». М.: Нац. академия микологии, 2008. С. 216.
2. Антропова А. Б., Биланенко Е. Н., Мокеева В. Л. и др. Обнаружение *Quambalaria cyanescens* в ассоциации с березой повислой // Микробиология. 2014. Т. 83, № 5. С. 605–614.
3. De Beer Z. W., Begerow D., Bauer R., Pegg G. S., Crous P. W., Wingfield M. J. Phylogeny of the Quambalariaceae fam. nov., including important Eucalyptus pathogens in South Africa and Australia // Studies in mycology. 2006. V. 55. P. 289–298.
4. Cannon P. F., Kirk P. M. Fungal families of the world. Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International, 2007. 456 p.
5. De Hoog G. S., De Vries G. A. Two new species of *Sporothrix* and their relation to *Blastobotrys nivea* // Antonie van Leeuwenhoek. 1973. V. 39. P. 515–520.
6. Kolařík M., Sláviková E., Pažoutová S. The taxonomic and ecological characterisation of the clinically important heterobasidiomycete *Fugomyces cyanescens* and its association with bark beetles // Czech Mycol. 2006. V. 58. P. 81–98.

7. Paap T. The incidence, severity and possible causes of canker disease of *Corymbia calophylla* (marri) in the southwest of Western Australia. The thesis ... for the degree of Doctor of Philosophy, July 2006. Perth, Western Australia: BSc (Hons) Murdoch University. 2006. 189 p.

8. Paap T., Burgess T. I., McComb J. A., Shearer B. L., Hardy G. E. St. J. Quambalaria species, including *Q. coyrecup* sp. nov., implicated in canker and shoot blight diseases causing decline of *Corymbia* species in the southwest of Western Australia // Mycol. Res. 2008. V. 112. P. 57–69.

9. Pegg G. S., O'Dwyer C., Carnegie A. J., Burgess T. I., Wingfield M. J., Drenth A. Quambalaria species associated with plantation and native eucalypts in Australia // Plant Pathology. 2008. V. 57. P. 702–714.

10. Smith M. T., Batenburg-Van der Vegte W. H. Ultrastructura of septa in *Blastobotrys* and *Sporothrix* // Antonie van Leeuwenhoek. 1985. V. 51. P. 121–128.

11. The Yeasts: A Taxonomic Study, 5th ed. / Eds. Kurtzman C., Fell J.W., Boekhout T. Amsterdam: Elsevier, 2011. P. 2080.

A. B. Antropova<sup>1</sup>, E. N. Bilanenko<sup>2</sup>, V. L. Mokeeva<sup>2</sup>,  
L. N. Chekunova<sup>2</sup>, A. V. Kachalkin<sup>2</sup>, O. V. Shtaer<sup>2</sup>,  
O. V. Kamzolkina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Mechnikov Research Institute for Vaccines and Sera RAMS, Moscow*

<sup>2</sup>*Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow*  
*e-mail: antropova-a@yandex.ru*

## BASIDIOMYCETE QUAMBALARIA CYANESCENS IN ASSOCIATION WITH BIRCH: DISTRIBUTION, PHYLOGENY, ULTRASTRUCTURAL CHARACTERISTICS

**Summary.** Basidiomycete *Quambalaria cyaneoscens* (Quambalariaceae, Microstromatales, Exobasidiomycetidae, Exobasidiomycetes, Ustilaginomycotina, Basidiomycota) was known earlier mainly as a symbiont of plants of the genera *Eucalyptus* and *Corymbia* on the Australian continent. Now it was found in association with silver birch in the territory of Moscow and Moscow Region. *Q. cyaneoscens* is revealed most frequently on the surface and inside thyrus, in pollen samples, and less frequently on the surface of leaves and shoots. DNA profiling provided the evidence for the phylogeographical structure of the species. Further studi-

es revealed *Q. cyaneoscens* in the samples collected in Cheboksary (Russia) and in Nessebar (Bulgaria). The list of regions where *Q. cyaneoscens* was found in association with birch steadily extends and embraces different geographical zones.

The structure of the septal apparatus is of great importance for basidial fungi taxonomy. The mycelium of our isolates contained dolipore septa with thickenings around the pore channel characteristic for the type strain of *Q. cyaneoscens*.

Accumulated data prove close association between birch and *Q. cyaneoscens* that warrant further investigation.

С. П. Арефьев

*Институт проблем освоения Севера СО РАН*

*г. Тюмень, Россия*

*e-mail: sp\_arefyev@mail.ru*

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ПЕРИОД 2000–2014 гг. НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ ДРЕВЕСНЫХ ГРИБОВ г. ТЮМЕНИ

На территории Западной Сибири в течение последнего столетия наблюдалась существенная динамика климатических показателей, свя-

занная с известным феноменом «глобального потепления» и во многом определяющая изменение ландшафтов и биоты [1]. С некоторыми

особенностями эта динамика распространяется и на городскую среду [2]. Исследование ксиломикоценозов в контексте климатического мониторинга весьма актуально, тем более что систематическая практика его невелика [3–5].

Город Тюмень находится на юге Западно-Сибирской равнины в пределах подтайги, для которой характерны мелколиственно-сосновые леса, в основном вторичные (вследствие периодических пожаров, размножения патогенов, рубок), испытывающие влияние как антропогенных факторов, так и современных климатических подвижек, в частности недостатка летних осадков [2].

В 2001 г. для ведения мониторинга древесных насаждений города заложены пробные площади (ПП) по 0,25 га в сосняках (с березой и осиной) естественного происхождения II класса бонитета в возрасте 60–80 лет, близких по составу и полноте (около 1) [6]. Контрольная ПП–1 «Кучак» зеленомошно-вейникового типа находится в зеленой зоне, в 30 км к северу от города. ПП–2 «Гагарина» в северо-восточной его части и ПП–3 «Плеханово» на юго-западной его окраине находятся на территории лесопарков, относятся к разнотравно-малинниковому типу. Данные ПП характеризуются, соответственно, низкой и средней и рекреационной нагрузкой (доля видов синантропной флоры в проективном покрытии 1, 10 и 28 %). За прошедший период на ПП произошли естественные изменения древостоя.

Поскольку описание ксиломикоценозов проводили в весной 2001 г. по хорошо сохранившимся прошлогодним базидиомам, оно фиксирует их состояние на 2000 г. Делали полный учет афиллофоровых макромицетов (без распростертых однолетников). За один условный мицелий принимали одно дерево (ствол кустарника), погибшее или живое, несущее плодовые тела данного вида гриба, независимо от их количества.

За время исследований наблюдались не только погодичные климатические колебания, но и их многолетние тенденции. В целом период вегетации ксилотрофных грибов (май–сентябрь) по общему количеству осадков и среднемесячной температуре воздуха 2000 г. в Тюмени был близок к норме (243 мм, 16 °С), в 2012 г. он был аномально засушливо-жарким

(98 мм, 18 °С), в 2014 г. – умеренно прохладным и влажным (247 мм, 15 °С). С 2002 по 2012 гг. отмечалась тенденция к потеплению (+1,0 °С за 10 лет) и аридизации климата (–160 мм за 10 лет). Таким образом, наблюдения 2012 г. пришлись на кульминацию этой тенденции, выход из которой намечался в 2013 г. и отчетливо проявился в прохладно-влажном 2014 г.

Еще более показательны параметры июля, вносящие наибольший вклад в итоговые параметры биотических процессов года. При многолетней норме 89 мм осадков и 18,8 °С в 2000 г. июль был умеренно засушливо-жарким (45 мм, 19,6 °С), в 2012 г. – аномально засушливо жарким (16 мм, 21,3 °С), а в 2014 – аномально прохладно-влажным (122 мм, 14,6 °С) с рекордно низкой средней температурой воздуха за весь вековой период наблюдений (при этом март был рекордно влажным). Таким образом, климатические условия в годы наблюдений были контрастными, что позволяет именно с ними связывать специфику ксиломикоценозов 2012 и 2014 гг., когда структура древостоев на ПП почти не изменилась.

Всего в ходе работ 2001, 2012 и 2014 гг. на ПП отмечено 249 условных мицелиев 47 видов афиллофоровых макромицетов на 11 древесных породах (таблица 1), в том числе на сосне – 14 видов, на березе – 25, на осине – 12, на ивах и яблоне – по 7, на черемухе – 6, на боярышнике и кизильнике – по 5, на рябине – 4, на крушине и бузине – по 1 виду.

Показатели развития ксиломикоценозов в 2000 г. были наименьшими как на отдельных ПП, так и в целом (35 мицелиев 15 видов на 6 древесных породах), что отчасти связано с фазой развития древостоев, отличающейся небольшим количеством естественного отпада и слабым развитием подлеска. При этом на контрольной ПП–1, где естественный отпад не изымался в отсутствие фактора рекреации, и на ПП–3, где преобладал отпад из поврежденных человеком деревьев, формальные показатели развития ксиломикоценозов были близкими, но качественно разными. На всех ПП преобладали характерные для подтаежной зоны виды грибов, раневых (*Bjerkandera adusta*, *Cylindrobasidium evolvens*, *Stereum sanguinolentum*, *Ttametes versicolor*, *T. ochracea*) и

Таблица 1

Численность (числитель) и видовое разнообразие (знаменатель)  
афиллофоровых макромицетов в 2001, 2012 и 2014 гг.

Древесные породы	ПП-1 «Кучак» (контроль)			ПП-2 «Гагарина» (слабая нагрузка)			ПП-3 «Плеханово» (средняя нагрузка)		
	Годы								
	2000	2012	2014	2000	2012	2014	2000	2012	2014
Сосна	3/3	4/3	5/3	–	10/5	9/7	5/3	5/4	10/7
Береза	7/7	18/12	13/10	1/1	14/6	15/11	6/3	4/3	10/8
Осина	1/1	17/9	8/7	–	–	–	–	–	–
Ивы	5/1	13/5	15/6	–	–	–	–	–	–
Яблоня	–	–	–	4/2	6/4	10/6	2/2	1/1	–
Черемуха	–	–	–	–	2/2	5/5	–	–	–
Рябина	–	–	2/2	–	–	–	–	–	2/2
Кизильник	–	–	–	–	–	3/3	–	–	4/3
Боярышник	–	–	–	–	1/1	4/4	1/1	–	–
Бузина	–	–	–	–	1/1	1/1	–	–	–
Крушина	–	–	–	–	–	–	–	–	1/1
Всего мицелиев	16	52	43	5	34	47	14	10	27
Всего видов	11	25	25	3	16	22	7	8	19
Число мицелиев на 1 га	64	208	172	20	136	188	56	59	159
Число видов на 1 га	24	35	33	13	31	34	23	23	32

типичных для естественно усохших на корню деревьев (виды рр. *Daedaleopsis*, *Trichaptum*) [7].

В аномально засушливом 2012 г. показатели развития ксиломикоценозов в целом значительно увеличились (97 мицелиев 34 видов грибов на 8 древесных породах). Увеличение произошло прежде всего за счет грибов, характерных для кустарников и усохшего на корню угнетенного подростка лиственных деревьев (виды р. *Daedaleopsis*, *Fomitiporia punctata*, *Piptoporus betulinus*, *Plicaturopsis crispa*, *Schizophyllum amplum*, *Steccherinum ochraceum* и др.). Ценооптимум большинства этих видов приходится на лесостепную зону. На испытывавшей наибольшее воздействие рекреации ПП-3 формальные показатели ксиломикоценоза изменились слабо, но появились гнилевые паразиты сосны *Phaeolus schweinitzii* (корневой) и *Porodaedalea pini* (стволовой), индицирующие повреждение и хроническое угнетение деревьев.

В прохладно-влажном 2014 г. показатели развития ксиломикоценозов, особенно видовое разнообразие, на ПП еще более увеличились (кроме контрольной ПП-1, для которой естественна наибольшая стабильность биотических параметров). В целом было отмечено 117 мицелиев 40 видов грибов на 11 видах древесных растений. Усилилось развитие

базидиом грибов на тонких стволах и ветвях (*Bissomerulius corium*, *Datronia stereoides*, *Hapalopilus rutilans*, *Irpex lacteus*, *Oligoporus alni*, *Polyporus varius*, *Postia caesia*, *Skeletocutis nivea*). Увеличилось число трофических связей грибов с древесными породами. Так свойственный лиственным *Steccherinum ochraceum* в 2000 г. был найден на 1 породе, в 2012 – на 3, в 2014 – на 7 (в т. ч. на нехарактерной для него сосне). В 2014 г. примечательны находки таких влаголюбивых таежных видов, как *Gloeoporus taxicola* и *Parmastomyces mollissimus*, отмечено обильное развитие крупных базидиом *Postia fragilis* на сосне (ПП-2).

В связи с климатическим фактором структура доминирования грибов на ПП существенно изменяется. Если в засушливо-жарком 2012 г. в целом преобладали ксеротолерантные *Daedaleopsis tricolor* (11 мицелиев), *Plicaturopsis crispa* (7), *Schizophyllum amplum* (7) и развивающийся в крупных стволах гидротермический эврибионт *Fomes fomentarius* (8) – на березе и осине, то в прохладно-влажном 2014 г. доминантами стали *Fomitiporia punctata* (12), характерный для ив, *Steccherinum ochraceum* (12), развивающийся на поздних стадиях разложения лиственных пород, и *Postia caesia* (8) на давно усохших ветвях сосны. Примеча-

тельно многократное увеличение численности *Naralopilus rutilans* (с 1 до 7), характерного для тонких стволов и ветвей листовенных. В прохладно-влажных условиях отмечается тенденция увеличения разнообразия и обилия грибов

за счет видов, осуществляющих поздние стадии разложения (*Steccherinum ochraceum*, *Postia caesia*, *Antrodiella semisupina*, *Skeletocutis nivea*, *Junghunia nitida*, *Polyporus varius* и др.).

### Список литературы

1. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири. М.: МАКС Пресс, 2011. 496 с.
2. Арефьев С. П. Климатические факторы в древесно-кольцевых хронологиях города Тюмени // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. 2013. № 12. С. 34–42.
3. Berglund H., Edman M., Ericson L. Temporal variations of wood-fungi diversity in boreal old-growth forests: implications for monitoring // Ecological Applications. 2005. Vol. 15. P. 970–982.
4. Ширяев А. Г. Изменение микобиоты Урало-Сибирского региона в условиях глобального потепления и антропогенного воздействия // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2008. № 9. С. 37–47.
5. Сафонов М. А., Сафонова Т. И., Каменева И. Н. Многолетняя динамика видовой структуры локальной микобиоты в лесах предгорий Южного Урала // Фундаментальные исследования. 2013. № 10. Ч. 3. С. 575–579.
6. Гашев С. Н., Алешина О. А., Арефьев С. П. и др. Начальный этап мониторинга экосистем г. Тюмени и его пригородной зоны // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2002. № 3. С. 80–93.
7. Арефьев С. П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Новосибирск: Наука, 2010. 260 с.

S. P. Arefyev

Institute of Northern Development SB RAS, Tyumen

e-mail: sp\_arefyev@mail.ru

### INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES DURING 2000–2014 ON A SPECIES DIVERSITY AND STRUCTURE OF COMMUNITIES OF WOOD FUNGI OF CITY TYUMEN

**Summary.** Regularities of climate change and structure of aphyllorphoroid macromycetes communities on permanent plots of complex monitoring of wood plantings of the city are analysed. In total during works 249 conditional myceliums of 47 species of macromycetes on 11 tree species are noted. At development of a forest stand in the conditions of a droughty and warm climatic phase in 2012 (its culmination) in comparison with 2000 in

general the increase in a specific diversity (from 15 to 34 types) and quantity of mushrooms is noted (from 35 to 97 myceliums). In abnormal cool and damp 2014 these parameters reached the greatest values (40 species, 117 myceliums), the structure of domination and structure of geoelements of fungi communities changed, the diapason of substrates of a number of species of extended.

А. М. Асылбек<sup>1</sup>, Е. В. Рахимова<sup>1</sup>,  
С. Е. Сулейменова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт ботаники и фитоинтродукции  
г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный аграрный университет  
г. Алматы, Казахстан  
e-mail: a-asema-89@mail.ru

### ФУЗАРИОЗНЫЕ БОЛЕЗНИ КАРТОФЕЛЯ В КАЗАХСТАНЕ

Картофель принадлежит к числу важнейших продовольственных и технических куль-

тур. В последние годы в Казахстане наблюдается существенное снижение урожайности и

качества картофеля. Основными причинами являются несоблюдение технологии возделывания и уборки культуры, а также потери, вызываемые различными вредителями и болезнями. Из них наиболее распространены грибные болезни: фузариозная и фомозная гнили, ризоктониоз, фитофтороз, парша, потери от которых могут достигать 45–80 % [1]. Фузариозная сухая гниль является одной из наиболее опасных болезней картофеля в период хранения. Болезнь наиболее характерна для тех клубней, что в жаркую погоду испытывали недостаток влаги.

В Казахстане проведены исследования по выделению и идентификации возбудителей фузариозной сухой гнили, изучению их патогенности и подбору эффективных химических препаратов против этой болезни. Определено влияние болезни на всхожесть клубней и урожайность картофеля: клубни, пораженные фузариозом в различной степени, дают всходы только на 14,7–52,1 %, а урожайность их снижается на 22,9–63,5 % [2]. Борьба с фузариозной гнилью в основном должна начинаться уже в период уборки урожая с соблюдения всех мероприятий, предохраняющих клубни от механических повреждений.

Для исследований использованы клубни производственного картофеля (сорт «Невский»), выращенного в частном хозяйстве на территории Карасайского района. Клубни зрелые, целые, сухие, чистые, непроросшие, наименьший диаметр клубней – 5 см. В хранилище поступил после ручной переборки в поле. Использованное хранилище предусмотрено для закрытого хранения картофеля. Вентиляция естественная, температура в осенний период регулировалась за счет понижения ночных температур, в зимний период в хранилище поддерживалась температура 1–3 °С, относительная влажность воздуха 80–85 %.

Через месяц после закладки на хранение сделан органолептический анализ 200 клубней, где учитывалось их внешнее поражение. Учет развития болезни осуществлялся каждые 10 дней. Из обнаруженных больных клубней выделялись возбудители и проводилась их идентификация по общепринятым в фитопатологии методикам [3]. Особое внимание обраща-

лось на сухую гниль картофеля, возбудителями которой являются грибы из рода *Fusarium*.

Выборочные данные по мониторингу сухой гнили картофеля приведены ниже (рис. 1).

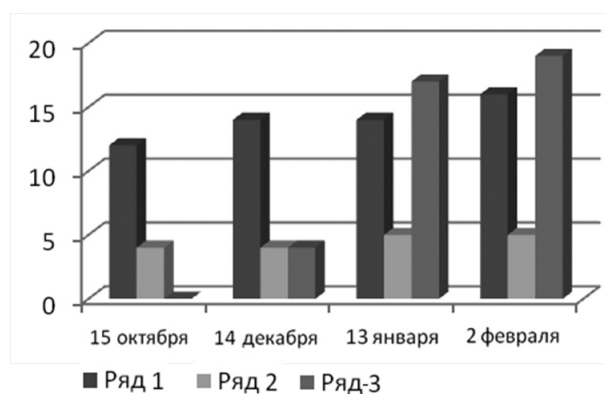


Рис. 1. Поражение клубней картофеля при хранении, %: ряд 1 – механические повреждения; ряд 2 – повреждения вредителями; ряд 3 – сухая гниль

Согласно результатам наших исследований, сухая гниль клубней картофеля, не отмеченная при закладке на хранение, начинает проявляться уже через месяц. Интенсивность поражения постепенно возрастает и к концу хранения поражение клубней картофеля достигает 19 %.

Наиболее часто в качестве возбудителя встречается *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., несовершенная стадия гриба *Haematonectria haematococca* (Berk. & Broome) Samuels & Rossman.

Колонии выделенных изолятов *F. solani* на агаре Чапека пленчато-паутинистые, кремовые. Микроконидии овальные, цилиндрические, обычно одноклеточные (рис. 2), реже двуклеточные (рис. 3), размерами (5–15 × 2–5) мкм.

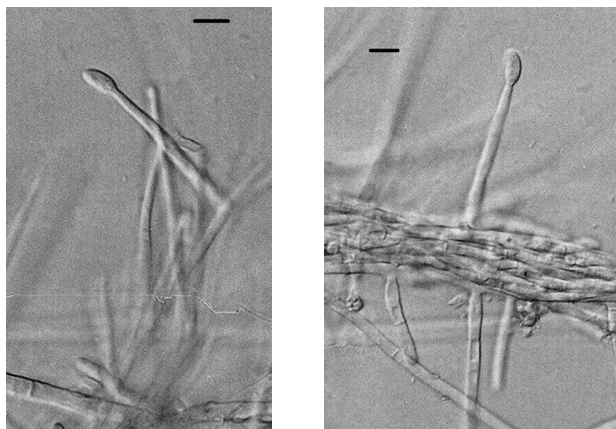


Рис. 2. Конидиеносцы *Fusarium solani* с микроконидиями. Шкала 10 мкм

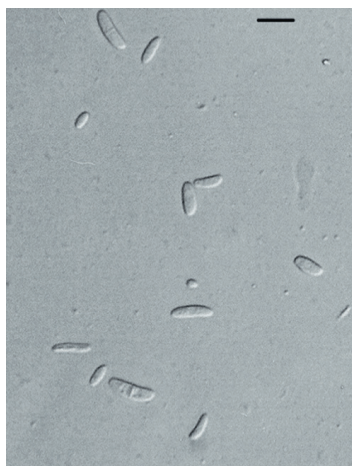


Рис. 3. Микроконидии *Fusarium solani*.  
Шкала 10 мкм

Макроконидии веретеновидные, серповидные, иногда прямые, почти цилиндрические, на концах округленные или суженные, у основания со

слабо выраженной ножкой, с 3–5 перегородками, чаще всего размерами (30–50 × 5–6) мкм. Образуются в спородохиях, пионнотах, а также на воздушном мицелии, в массе коричневатобелые, кремовые. Хламидоспоры верхушечные и промежуточные, одиночные, шаровидные, до грушевидных, гладкие или слегка бородавчатые.

Пораженные фузариозом клубни картофеля становятся полностью или частично морщинистыми и складчатыми. Поскольку влажность в хранилище была немного ниже нормы, спороношения гриба на поверхности клубней не отмечалось. Клубень просто ссыхался, превращаясь в комок затвердевшей массы.

Таким образом, в процессе хранения потери урожая картофеля от фузариозной сухой гнили достигали 19 % (2 февраля).

#### Список литературы

1. Малюга А. А. Сухие фомозно-фузариозные гнили клубней картофеля при хранении // РАСХН. Сиб. отделение Сиб НИИЗХим. Новосибирск, 2007. С. 108.
2. Искаков К. Б. Сарсенбаев К. Б. Фузариозная сухая гниль картофеля на юго-востоке Казахстана и меры борьбы с ней // Научные основы возделывания картофеля в Казахстане. Алма-Ата, 1980. С. 154–161.
3. Дудка И. А., Вассер С. П., Элланская И. А. и др. Методы экспериментальной микологии : справочник. Киев, 1982. 549 с.

A. M. Assylbek<sup>1</sup>, Y. V. Rakhimova<sup>1</sup>,  
S. Y. Suleimenova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Botany and Phytointroduction KS MES RK,  
Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Kazakh National Agrarian University, Kazakhstan, Almaty  
e-mail: a-asema-89@mail.ru

#### FUSARIUM DISEASES OF POTATO IN KAZAKHSTAN

**Summary.** Dry rot of potato tubers that are not marked with the laying of the deposit begins to emerge in a month. The intensity of the infection gradually increases and the end of the storage infection of potato tubers as high as 19 %. The most

commonly agent of dry rot is pathogen *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.

## НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ РАЗЛОЖЕНИЯ ВАЛЕЖНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ГРАДИЕНТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА\*

Оценка баланса углерода невозможна без корректных данных о его содержании в каждом из пулов лесной экосистемы. В частности, важную роль в углеродном цикле леса играют крупные древесные остатки (КДО), в состав которых включают сухостой, валеж, пни, крупные отмершие ветви. Большинство работ по КДО касается ненарушенных биотопов и крайне мало публикаций, посвященных влиянию промышленного загрязнения на изменение показателей КДО.

Деструкцию органики в условиях промышленного загрязнения изучают, в основном используя быстро разлагающиеся фракции (лиственный, веточный опад, чистая целлюлоза) [3–5]. Работ, изучающих скорость разложения КДО в условиях промышленного загрязнения прямым методом (по оценке убыли массы образцов древесины), – единицы [6]. Таким образом, можно констатировать существенный дефицит информации по влиянию промышленного загрязнения на формирование запаса КДО и скорость их разложения в лесных экосистемах.

В ходе работы проверяли две рабочие гипотезы: 1) скорость деструкции КДО уменьшается по мере приближения к источнику загрязнения; 2) заселенность КДО дереворазрушающими грибами выше в фоновых условиях по сравнению с импактными территориями. Гипотезы основаны на результатах предыдущих работ [1, 3–5], согласно которым под действием промышленного загрязнения происходит торможение деструкционных процессов.

Работы выполнены на территории, подвергающейся длительному действию выбросов Среднеуральского медеплавильного завода (г. Ревда Свердловской области) – крупного точечного источника эмиссии тяжелых металлов (Cu, Pb, Cd, Zn, Hg), металлоидов (As) и сернистого ангидрида. Территория, принятая нами

в качестве контрольной (фоновая зона нагрузки), удалена от источника эмиссии на 30 км против направления господствующих ветров и соответствует региональному фону по уровню содержания поллютантов в верхних почвенных горизонтах и степени трансформации биоты [2]. Участки с промежуточным уровнем загрязнения (буферная зона) находятся в 4–7 км от источника выбросов, с сильным уровнем загрязнения (импактная зона) – в 1–2 км.

На пяти удалениях от источника загрязнения (1, 2, 4, 7, 30 км) в лесу в 2008–2009 гг. были оставлены стволы модельных деревьев (ели сибирской и пихты сибирской) в количестве 12–14 шт. на удаление (всего 67), распиленные на 10 равных частей, с установленными объемами (м<sup>3</sup>), плотностью (г/см<sup>3</sup>) и массой (кг). С этих модельных стволов в 2013–2014 гг. нами собраны образцы древесины (по 10 шт. с модельного дерева, всего в градиенте 670) с последующим определением их объемов и плотности в абсолютно сухом состоянии. Зная начальную и остаточную плотность через 6 лет экспозиции, а также значения исходных объемов стволов, мы определили потери массы (т. е. скорость деструкции валежа).

Для каждого модельного фрагмента ствола произведен подсчет находящихся на нем плодовых тел дереворазрушающих грибов и оценено их видовое разнообразие (всего обнаружено 12 видов). Видовое обилие на поверхности ствола оценивалось визуально (от единичного до высокого).

Скорость разложения валежа не одинакова по участкам ствола и по видам деревьев: быстрее всего разложение происходит в верхней части ствола – потеря базисной плотности составляет в среднем 4,4 % в год (для ели) и 2,0 % (для пихты), медленнее всего разлагаются нижние части ствола – 2,7 % в год (для ели) и 0,4 % в год (для пихты). Статистически значимых



различий в скорости разложения КДО между участками вблизи завода и фоновой территорией не установлено ни для ели, ни для пихты ( $p > 0,05$ ). В то же время, структура заселения ксилотрофами еловых КДО вблизи завода значительно различается (за счет большей доли освоенных валежных стволов) от структуры заселения еловых субстратов фоновой территории ( $\chi^2(1) = 7,61$ ;  $p < 0,01$ ). Для КДО пихты значимых различий в структуре заселения не установлено ( $\chi^2(1) = 0,14 - 3,79$ ;  $p = 0,051 - 0,29$ ).

Полученные результаты входят в определенное противоречие с отмеченным ранее фактом более высокой доли слаборазложившегося

валежа вблизи завода по сравнению с фоновой территорией [1]. Вполне возможно, что это несоответствие характерно лишь на данном временном отрезке, характеризующем начальный этап деструкции древесины. В любом случае, выявленное противоречие обуславливает необходимость дальнейшего накопления информации по выделению основных детерминантов, оказывающих влияние на процессы деструкции древесины. Вторая исходная гипотеза о более высоком заселении КДО дереворазрушающими грибами в фоновых условиях по сравнению с импактными территориями подтвердилась лишь для еловых КДО.

### Список литературы

1. Бергман И. Е., Воробейчик Е. Л., Усольцев В. А. Структура отпада елово-пихтовых древостоев в условиях загрязнения выбросами Среднеуральского медеплавильного завода // Сибир. лесной журнал. 2015. № 2 (в печати).
2. Воробейчик Е. Л., Садыков О. Ф., Фарафонов М. Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: Наука, 1994. 280 с
3. Воробейчик Е. Л. Изменение пространственной структуры деструкционного процесса в условиях атмосферного загрязнения лесных экосистем // Изв. РАН. Сер. биологическая. 2002. № 2. С. 368–379.
4. Воробейчик Е. Л. Сезонная динамика пространственного распределения целлюлозолитической активности почвенной микрофлоры в условиях атмосферного загрязнения // Экология. 2007. № 6. С. 427–437.
5. Воробейчик Е. Л., Пищулин П. Г. Влияние деревьев на скорость деструкции целлюлозы в почвах в условиях промышленного загрязнения // Почвоведение. 2011. № 5. С. 597–610.
6. Ставищенко И. В., Веселкин Д. В., Ушакова Н. В., Фелелов К. А. Антропогенная трансформация сообществ ксилотрофных грибов в таежных лесах Среднего Урала : отчет по гранту РФФИ «Урал» № 02-04-96425 // Регион. конкурс РФФИ «Урал» Свердлов. области: результаты науч. работ, полученные за 2003 г. Екатеринбург, 2004. С. 449–505.

I. E. Bergman, M. V. Kostitsina, P. G. Pishchulin  
Institute of plant and animal ecology UrB RAS, Ekaterinburg  
e-mail: 5554505@mail.ru

### INITIAL STAGES OF DEAD FALLEN WOOD DECOMPOSITION IN THE GRADIENT OF POLLUTION WITH COPPER SMELTER EMISSIONS

**Summary.** The rate of dead fallen wood decomposition varies across the sections of trunk and the tree species: most rapid decomposition occurs in the upper part of the trunk (the loss of basic density on average is 4.4 % for spruce and 2.0 % for fir per year), most slowly – in the bottom parts (2.7 % and 0.4 % respectively). The rate of coarse woody

debris (CWD) decomposition did not depend from the influence of industrial pollution. The share of spruce CWD, inhabited by wood-destroying fungi, was significantly higher ( $p < 0.01$ ) in background area as compared to polluted one; the share of fir CWD did not differ significantly among the areas of investigation.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МИКОРИЗНЫМИ ГРИБАМИ – ВЕДУЩИЙ ФАКТОР МОРФОГЕНЕЗА КОРНЕЙ ДВУДОЛЬНЫХ В УМЕРЕННЫХ ЭДАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ?\*

К настоящему времени накоплено много свидетельств существенного различия строения корней и корневых систем арбускулярно-микоризных и безмикоризных растений. В частности, установлено, что корни арбускулярно-микоризных растений толще, чем немикоризных [1, 2, 5, 7, 8], с большим объемом коры [2], вследствие чего единица массы корней микоризных видов имеет меньшую длину, чем немикоризных [3]. Эти особенности традиционно связывают с тем, что поддержание микобионтов является основной функцией корней микоризных растений, возможно, важнейшей [4, 5], поскольку поглощение минеральных ресурсов у них обеспечивается грибными симбионтами.

Однако неясно, связаны ли указанные различия прямо или функционально с микоризным статусом растений или они определяются другими биоэкологическими характеристиками, например, продолжительностью онтогенеза, типом биоморфы, таксономическим положением, которые могут быть лишь косвенно сопряжены с микоризообразованием. Проверка справедливости этой гипотезы была целью нашей работы.

В качестве объектов исследованы 28 видов 5 семейств двудольных (Ariaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Lamiaceae, Polygonaceae), собранных в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов Среднего Урала. Растения выкапывали в характерных для каждого вида местообитаниях в мезофитных, относительно благоприятных, т. е. не в экстремальных, эдафических условиях. Строение корневых систем характеризовали: 1) общим числом порядков ветвления; 2) числом порядков корней вторичного строения; 3) числом порядков корней с редуцированной первичной корой. Строение корней первичного строения характеризовали: 1) диаметром; 2) диаметром центрального цилиндра; 3) толщиной коры; 4) парциаль-

ным объемом коры; 5) числом сосудов ксилемы; 6) числом слоев клеток коры. В качестве свойств растений, в отношении которых проверялась связь со строением корней, рассматривали: 1) тип биоморфы, или жизненную форму; 2) продолжительность онтогенеза; 3) потенциальную микоризность – характеристику, установленную по большому числу литературных источников (две градации: вид не способен к микоризообразованию, вид способен к микоризообразованию); 4) актуальную микоризность по прямым наблюдениям (две градации: немикоризный или микоризный вид); 5) таксономическое положение (пять семейств). Для отбора наиболее информативных биоэкологических свойств, способных объяснить особенности строения корней и корневых систем, использовали состоятельный информационный критерий Акаике (CAIC) [6].

Путем анализа сумм CAIC-весов (рис. 1, а) выявлено, что строение корней разных видов лучше всего объясняется их таксономическим положением, т. е. принадлежностью вида к одному из пяти семейств. Самым низким правдоподобием обладают описания, получаемые при использовании в качестве объясняющей переменной характеристики продолжительности онтогенеза. Низкой и примерно одинаковой объясняющей ценностью обладают характеристики биоморфы и потенциальной микоризности. Актуальная микоризность характеризуется довольно высоким объясняющим качеством, но все же несколько пониженным, по сравнению с таксономическим положением. Итак, строение корней травянистых двудольных в первую очередь сопряжено с их принадлежностью к тому или иному семейству, а во вторую – со способностью к микоризообразованию.

Одновременное использование сведений о таксономическом положении и о микоризности видов избыточно вследствие однозначной

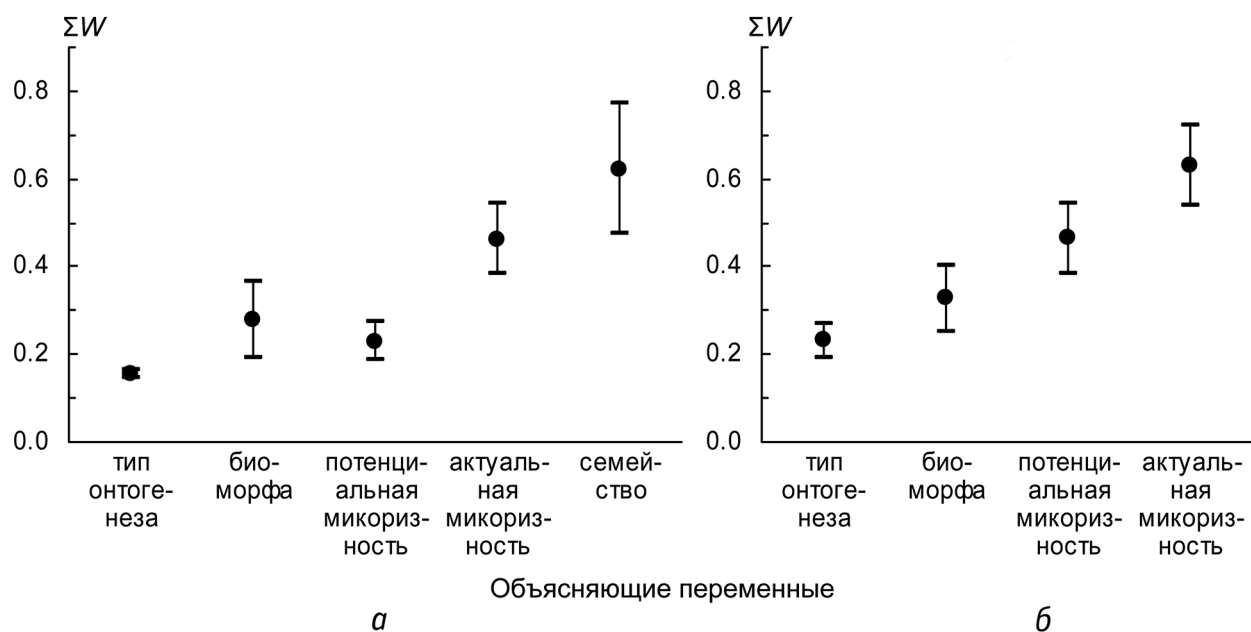


Рис. 1. Усредненные для всех признаков строения корней суммы CAIC-весов объясняющих переменных (среднее арифметическое  $\pm$  стандартная ошибка): а – на основании 31 модели с комбинацией 5 переменных для каждого признака; б – на основании 15 моделей с комбинацией 4 переменных для каждого признака

связи между этими характеристиками: в семействе Asteraceae микоризны 5 из 5 изученных видов, в Apiaceae – 4 из 6, в Lamiaceae – 3 из 6; Caryophyllaceae и Polygonaceae микоризных видов не содержат. Такая представленность микоризных видов среди разных семейств хорошо соответствует имеющимся представлениям [9]. Другими словами, указание на семейство – это одновременно и указание на вероятный микоризный статус видов. Поэтому мы оценили объясняющую ценность видовых биоэкологических характеристик, исключив характеристику таксономического положения из списка переменных (рис. 1, б). При таком подходе ведущим фактором, связанным с особенностями строения корней, ожидаемо стала характеристика актуальной микоризности, т. е. микоризный статус видов в нашем конкретном исследовании. Именно с актуальной микоризностью в наибольшей степени связано варьирование параметров строения корней в проанализированном нами массиве данных. Следовательно, взаимодействие с грибами арбускулярной микоризы – основной, ведущий фактор дифференциации строения корней двудольных в умеренных, т. е. не экстремальных, условиях. Этот вывод получен с использованием поддержки в виде строгого формального критерия.

Важны два следующих обстоятельства. Во-первых, особенности строения корней и корневых систем растений в связи с их микоризным статусом устанавливаются надежно и однозначно, несмотря на значительность и значимость эффектов, обусловленных таксономическим положением видов. Такие традиционно используемые, воспринимаемые как универсальные видовые характеристики категории как тип биоморфы и продолжительность онтогенеза, у травянистых двудольных существенно не сопряжены с особенностями строения наиболее активных в погложительном отношении тонких корней. Во-вторых, существенно, на наш взгляд, что наибольшая объясняющая ценность установлена именно в отношении актуальной, а не потенциальной микоризности. Другими словами, наши результаты позволяют считать, что параметры строения корней больше зависят не от того, способен ли вид в принципе вступить в микоризные взаимодействия, но от того, сформирована или нет микориза в каждом конкретном случае. Следовательно, взаимодействие с микоризными грибами уместно рассматривать именно как фактор, т. е. вероятную причину наблюдавшегося своеобразия строения корней у разных видов трав.

### Список литературы

1. Бетехтина А. А., Кондратков П. В., Медведева Н. В. Структура корневых окончаний микотрофных и немикотрофных травянистых растений // Грибы в природных и антропогенных экосистемах. Т. 1. СПб.: БИН РАН, 2005. С. 58–59.
2. Веселкин Д. В., Бетехтина А. А. Проверка гипотез о различии размеров корней в связи с типом экологической стратегии и микотрофным статусом видов растений // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. 2013. Т. 118, № 1. С. 42–49.
3. Салпагарова Ф. С., Онипченко В. Г., Агафонов В. А., Аджиев Р. К. Удельная длина корней альпийских растений Северо-Западного Кавказа // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. 2012. Т. 117, № 4. С. 69–76.
4. Barker S. J., Tagu D., Delp G. Regulation of root and fungal morphogenesis in mycorrhizal symbioses // Plant Physiol. 1998. V. 116, № 4. P. 1201–1207.
5. Brundrett M. Mycorrhizas in natural ecosystems // Adv. Ecol. Res. 1991. V. 21. P. 171–313.
6. Burnham K.P., Anderson D.R. Model selection and multimodel inference: A practical information-theoretical approach. N.Y.: Springer-Verlag, 2002. 488 p.
7. Eissenstat D.M. Costs and benefits of constructing roots of small diameter // J. Plant Nutr. 1992. V. 15, № 6–7. P. 763–782.
8. John St. T.V. Root size, root hairs and mycorrhizal infection: a re-examination of Baylis's hypothesis with tropical trees // New Phytol. 1980. V. 84, № 3. P. 483–487.
9. Wang B., Qiu Y.-L. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants // Mycorrhiza. 2006. V. 16, № 5. P. 299–363.

**A. A. Betekhtina, D. V. Veselkin**

*Ural Federal University*

*Yekaterinburg*

*e-mail: betektina@mail.ru, denis\_v@ipae.uran.ru*

### INTERACTION WITH MYCORRHIZAL FUNGI IS A KEY FACTOR OF DICOTYLEDON ROOTS MORPHOGENESIS IN MODERATE EDAPHIC HABITATS?

**Summary.** The features of root systems and root structure of 28 herbaceous dicotyledon species (fam. Apiaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Lamiaceae and Polygonaceae) in relation to their potential and actual mycorrhizal status, biomorphes and duration of ontogenesis were investigated. It is shown that the key bioecological characteristics

that best explains the features of roots structure is actual mycorrhizal status, i.e. presence or absence of mycorrhiza in the species in a particular study. Ontogenesis characteristics (annual or perennial species) and biomorphological structure (with tap or rhizome) have less explanatory value in relation to the structure signs of roots of herbaceous dicots.

Е. Н. Биланенко<sup>1</sup>, М. Л. Георгиева<sup>2</sup>,  
С. А. Бондаренко<sup>1</sup>, А. А. Грум-Гржимайло<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт по изысканию  
новых антибиотиков им. Г. Ф. Гаузе  
г. Москва, Россия

<sup>3</sup>Вагенингенский университет  
г. Вагенинген, Нидерланды  
e-mail: e\_bilanenko@mail.ru

## АЛКАЛОФИЛЬНЫЕ И АЛКАЛОТОЛЕРАНТНЫЕ МИЦЕЛИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ В ПОЧВАХ: РАЗНООБРАЗИЕ, ФИЛОГЕНИЯ, ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИИ\*

Щелочные местообитания со стабильно высокими показателями рН среды (9–11) представлены в природе содовыми озерами и окружающими их содовыми солончаками, которые характеризуются высокими концентрациями солей, в первую очередь карбонатами и бикарбонатами щелочных металлов. Накопление соды в озерах и солончаках понимается как процесс глобальный, связанный с углекислотным выветриванием и накоплением эвапоритов в бессточных бассейнах и приурочен к географическому поясу лесостепей и степей, полупустынь и саванн, то есть к аридным областям с широким развитием бессточных зон. Содовые озера с повышенной минерализацией встречаются преимущественно на западе Северной Африки, в Центральной Азии, особенно в Монголии и Забайкалье, в Северной, Центральной и Южной Америке, в Австралии. На территории России содовое засоление распространено в Западной Сибири (Барабинская и Кулундинская степи), в Забайкалье (Кункурская степь). На основании исследований содовых водоемов Восточной Африки были сделаны выводы о том, что содовые водоемы существовали с древнейших времен и были тогда более развиты, чем теперь [1]. Алкалофильное прокариотное сообщество содовых озер рассматривается как реликтовое и как возможный центр происхождения наземной микрофлоры [4]. Грибы щелочных местообитаний исследованы в меньшей степени по сравнению с микробным сообществом, сведения о них в литературе фрагментарны и касаются в основном алкалолиторантных видов, изолированных в большинстве своем на стандартные среды. Фокусируясь на исследовании грибов местообитаний с постоянными высокими значениями рН,

мы исходили из того, что обычно это аэробные организмы, и вероятность обнаружить их в почве гораздо выше, чем в воде. Субстраты для них гипотетически могут иметь как растительное, так и животное происхождение, так как птицы, адаптировавшиеся виды растений, беспозвоночных животных, водорослей обеспечивают поступление органики в почву [2]. Следует учитывать также, что локальные и временные щелочные условия могут присутствовать повсеместно как результат человеческой деятельности или таких естественных почвенных процессов как аммонификация, сульфатредукция.

Нами проведено обобщение многолетнего материала по биоразнообразию, морфологии, особенностям физиологии и филогении алкалофильных и алкалолиторантных мицелиальных грибов из образцов содовых почв России (Западной и Южной Сибири), Монголии, Казахстана, Танзании, Кении. Выделение грибов проводили как на традиционные для почвенной микологии среды, так и на щелочной агар (ЩА), где с помощью карбонатного буфера поддерживали значения рН 10,0–10,5 [3]. Здесь приведены результаты исследований изолятов, выделенных на ЩА. Идентификацию проводили по морфолого-культуральным и генетическим признакам. Филогенетический анализ в основном проведен на отсековенных участках ITS rDNA, LSU rDNA, SSU rDNA, TEF-1 $\alpha$ ,  $\beta$ -tub, а также RPB2. Данные по морфологии получены с помощью просвечивающего светового и сканирующего электронного микроскопов.

Анализ результатов показал, что количество и разнообразие грибов содовых почв не-

© Биланенко Е. Н., Георгиева М. Л., Бондаренко С. А., Грум-Гржимайло А. А., 2015

\* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты 15–04–06975, 15–04–06260) и РНФ (проект № 14–50–00029)

велико. Из 112 исследованных 5 образцов со значениями рН около 11 не содержали грибных пропагул, в остальных разнообразие и численность грибов колебались в зависимости от рН образца, в образцах с рН выше 10 разнообразие грибов ограничено 1–3 видами, а число пропагул было в пределах 10 на 1 г почвы. По мере снижения рН образцов количество и разнообразие грибов в них возрастало.

В щелочных почвах обнаружены грибы с разными типами адаптации к фактору рН. Выделены следующие группы на основании параметров роста при разных значениях рН – облигатные и факультативные алкалофилы, сильные, умеренные и слабые алкалотолеранты.

Проведенный филогенетический анализ показывает, что алкалофильные грибы – полифилетичная группа исключительно аскомицетового аффинитета, преимущественно они представлены в Plectosphaerellaceae (Glomerellales, Sordariomycetes), в Emericellopsis (Bionectriaceae, Hypocreales, Sordariomycetes), Chaetomiaceae (Sordariales, Sordariomycetes), Pleosporaceae (Pleosporales, Dothideomycetes). Виды *Sodiomyces alkalinus*, *S. tronii*, *S. magadii*, *Acrostalagmus luteoalbus*, *Chordomyces antarcticum*, *Verticillium zaregamsianum* (Plectosphaerellaceae), *Emericellopsis alkalina* (Bionectriaceae), *Thielavia* sp. (Chaetomiaceae), *Alternaria* sect. *Soda* (Pleosporaceae) имели оптимальные для роста значения рН выше 8. К облигатным алкалофилам отнесены *Sodiomyces* spp. и *Thielavia* sp.

Отмечено сходство фенотипа исследованных грибов – для представителей Plectosphaerellaceae и Bionectriaceae характерно acremonium-, verticillium-, gliocladium-подобное конидиальное спороношение, с обильным образованием слизи при бесполом и половом спороношении, тенденцией к агрегации мицелия в тяжи, склеенные общей слизью, если имеются плодовые тела, то они замкнутые. Для *Pleosporaceae* – наличие хламидоспор или микросклероциев, которые могут прорасти конидиями.

Описаны, проиллюстрированы и опубликованы новые таксоны алкалофильных/толерантных грибов: роды *Sodiomyces*, *Chordomyces*; секция – *Alternaria* sect. *Soda*; виды – *S. alkalinus*, *S. magadii*, *S. tronii*, *E. alkalina*, *C. antarcticum*, *A. kulundii*, *A. petuchovskii*, *A. shukurtuzii* [5–7].

Облигатные алкалофилы колонизируют специфические ниши. *Sodiomyces* spp. можно считать индикаторами содового засоления. Факультативные алкалофилы распространены гораздо шире, чем это известно по литературе, и входят в разные эколого-трофические группы. Алкалотолерантные виды можно изолировать даже из кислых дерново-подзолистых лесных почв.

Алкалофильные/толерантные грибы перспективны для поиска продуцентов ценных для человека метаболитов и как модель для исследования явления алкалофилии у эукариотных организмов.

### Список литературы

1. Баталин Ю. В., Касимов Б. С., Станкевич Е. Ф. Месторождения природной соды и условия их образования. М., 1973. С. 207.
2. Биланенко Е. Н., Георгиева М. Л., Козлова М. В., Грум-Гржимайло А. А. Микромицеты щелочных засоленных местообитаний // Микология сегодня. М.: Национальная академия микологии, 2011. Вып. 2. С. 150–162.
3. Георгиева М. Л., Лебедева-Верба М. П., Биланенко Е. Н. Мицелиальные грибы в почвах Западного Забайкалья // Почвоведение. 2012. № 12. С. 1310–1319.
4. Заварзин Г. А. Алкалофильное микробное сообщество как аналог наземной биоты протерозоя // Эволюция биосферы и биоразнообразия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. С. 97–119.
5. Grum-Grzhimaylo A. A., Georgieva M. L., Bondarenko S. A. et al. On the diversity of fungi from soda soils // Fungal diversity. 2015. URL: <http://link.springer.com/journal/13225/onlineFirst/page/1>
6. Grum-Grzhimaylo A. A., Debets A. J. M., van Diepeningen A. D. et al. *Sodiomyces alkalinus*, a new holomorphic alkaliphilic ascomycete within the Plectosphaerellaceae // Persoonia. 2013. V. 31. P. 147–158.
7. Grum-Grzhimaylo A. A., Georgieva M. L., Debets A. J. M., Bilanenko E. N. Are alkalitolerant fungi of the Emericellopsis lineage (Bionectriaceae) of marine origin? // IMA Fungus. 2013. V. 4, № 2. P. 213–228.

E.N. Bilanenko<sup>1</sup>, M.L. Georgieva<sup>2</sup>,  
S.A. Bondarenko<sup>1</sup>, A.A. Grum-Grzhimaylo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow

<sup>2</sup>Gause Institute of New Antibiotics, Moscow

<sup>3</sup>Wageningen University, The Netherlands

e-mail: e\_bilanenko@mail.ru

## ALKALIPHILIC AND ALKALITOLERANT FILAMENTOUS SOIL FUNGI: DIVERSITY, PHYLOGENY, AND PHYSIOLOGY

**Summary.** The present work addresses the diversity, phylogeny and some physiology characters of filamentous fungi recovered from the soils around the basins of soda lakes in Russia (West and South Siberia), Kazakhstan, Mongolia, Tanzania, and Kenya. Obligate and facultative alkaliphilic isolates, along with strong alkalitolerants, appeared to be overrepresented within families Plectosphaerellaceae, Chaetomiaceae, Pleosporaceae, as well as in *Emericellopsis* lineage. *Sodiomyces alkalinus*, *S. tronii*, *S. magadii*, *Acrostalagmus luteoalbus*,

*Chordomyces antarcticum*, *Verticillium zaregamianum* (Plectosphaerellaceae), *Emericellopsis alkalina* (Hypocreales), *Thielavia* sp. (Chaetomiaceae), and *Alternaria* sect. *Soda* (Pleosporaceae) grew best at high ambient pH (>8). Phylogenetic analyses show that alkaliphilic fungi have a polyphyletic origin and occupy different ecological niches. These fungi may be promising producers of commercially valuable metabolites, but also as model systems for studying the alkaliphilic phenomenon in eukaryots.

Е. Ю. Благовещенская

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

г. Москва, Россия

e-mail: kathryn@yandex.ru

## ПАТОГЕНЫ, ПОРАЖАЮЩИЕ РАСТЕНИЯ В ВЕСЕННЕЕ ВРЕМЯ\*

Грибы-патогены растений чрезвычайно широко распространены в природе и часто наносят существенный ущерб сельскому хозяйству. С одной стороны, это привело к тому, что фитопатогенным грибам посвящено множество исследований во всем мире, а с другой – к тому, что грибам, развивающимся на дикорастущих растениях, внимания почти не уделяется. Для многих территорий ничего неизвестно даже о видовом богатстве фитопатогенов, не говоря уже о каких-то данных по биологии паразитов.

Настоящая работа посвящена фитопатогенным грибам, развивающимся на территории Звенигородской биологической станции имени С.Н. Скадовского (ЗБС МГУ). Биостанция расположена на западе Московской области, и для ее территории на 2012 г. было известно 117 видов фитопатогенных микромицетов [1].

Данные получены в результате маршрутного обследования территории с конца апреля до начала мая 2014 г.

Всего было выявлено 15 видов, среди которых 5 пероноспорных и 5 ржавчинных. Среди пероноспорных (Chromista, Oomycota, Oomycetes, Peronosporales), 2 вида были указаны для данной территории ранее, это, во-первых, *Plasmodium nivea* (Unger) J. Schröt. на сныти (*Aegopodium podagraria* L.). Данный патоген широко распространен по всей территории во всех местах произрастания хозяина, и в благоприятные годы обнаруживается с большей или меньшей распространенностью вплоть до октября включительно. Во-вторых, это *Hyaloperonospora parasitica* (Pers.) Constant. на сердечнике (*Cardamine impatiens* L.). Данный вид встречается намного реже, но тем не менее с начала изучения паразитической микобиоты ЗБС (2011 г.) он отмечается ежегодно. Оба этих вида вызывают локальную инфекцию.

Три других вида отмечены для ЗБС впервые: – *Peronospora anemones* Tramier на ветреничке лютиковой (*Anemonoides ranunculoides* (L.)

Holub) – пойма Москва-реки и Нижние Дачи, массово;

– *Peronospora corydalis* de Bary на хохлатка плотной (*Corydalis solida* (L.) Clairv.) – повсеместно, массово;

– *Peronospora ficariae* Tul. на чистяке весеннем (*Ficaria verna* Huds.) – пойма Москва-реки, массово.

Все эти виды вызывали системное поражение, больные растения выглядели бледнее и мельче здоровых, с нижней стороны листьев развивался нежный серый налет спорангионосов. Растения-хозяева, со своей стороны, во всех случаях относятся к ранневесенним эфемероидам и характеризуются коротким периодом вегетации. При этом все эти растения многолетники и, вероятно, заражение происходит через подземные органы растения и проявляется только на следующий год. Кроме того, необходимо отметить, что в работах, посвященных фитопатогенным грибам, нам не удалось найти данных о том, был ли вид *P. anemones* ранее отмечен на территории РФ. Данный вопрос требует более тщательного изучения, но, возможно, что для нашей страны этот вид отмечен впервые.

Среди ржавчинных грибов (Fungi, Basidiomycota, Pucciniomycotina, Pucciniomycetes, Pucciniales) один вид отмечен для территории впервые – микроциклический вид *Puccinia chrysosplenii* Grev. (в телиостадии) на селезеночнике (*Chrysosplenium alternifolium* L.; вдоль тропинок, массово). Другой микроциклический вид – *Puccinia arenariae* (Schumach.) J. Schröt. – достаточно обычен и в летнее время. В апреле он был обнаружен на звездчатке средней (*Stellaria media* (L.) Vill.), летом круг его хозяев более широк и включает, помимо вышеуказанной звездчатки, следующие виды гвоздичных: *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Moehringia trinervia* (L.) Clairv., *Stellaria holostea* L. и *S. nemorum* L.

Что касается прочих ржавчинных, то один вид был найден в эциостадии – *Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lév. на хвоинках молодых экземпляров *Pinus silvestris* L. (вырубка VII квартала). Данная находка была вполне ожидаема, так как этот разнохозяинный вид на ЗБС имеет массовое распространение. Промежуточным хозяином для него служит сосна, и эту ста-

дию иногда удается застать в начале лета. Урединио- и телиостадии проходят на широком круге хозяев, на территории ЗБС это иван-дамарья (*Melampyrum nemorosum* L.), колокольчики (*Campanula latifolia* L., *C. rapunculoides* L., *C. trachelium* L.) и различные представители семейства Астровых (*Sonchus arvensis* L., *Lactuca serriola* L., *Senecio fluviatilis* Wallr. и *Tussilago farfara* L.). Наиболее часто вид отмечается на мать-и-мачехе в районе вырубки и на крестовнике в пойме Москва-реки.

Оставшиеся два вида ржавчинных более любопытны, так как, по-видимому, эти патогены перезимовали на основном хозяине в урединиостадии: *Puccinia luzulae* Lib. на *Luzula pilosa* (L.) Willd. и *P. urticata* F. Kern на *Carex digitata* L. Оба вида являются достаточно обычными на биостанции, но урединиостадия, как правило, отмечается не ранее июля для каждого из них.

Также было обнаружено 3 вида рода *Microbotryum*: *M. silenes-inflatae* (DC. ex Liro) G. Deml & Oberw. на *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *M. stellariae* (Sowerby) G. Deml et Oberw. на *Stellaria holostea* L. и *M. violaceum* (Pers.) G. Deml & Oberw. на *Melandrium dioicum* (L.) Coss. & Germ., все эти виды выявляются также и в начале лета. На бруснике (*Vaccinium vitis-idaea* L.) обнаружен достаточно частый вид *Exobasidium vacinii* (Fuckel) Woronin. И на чистотеле (*Chelidonium majus* L.) уже с апреля начинается развитие аскохитоза, возбудитель – *Ascochyta chelidonii* Lib. (= *Septoria chelidonii* Desm.).

Таким образом, проведенное исследование показывает, что для выявления видового состава патогенной микофлоры необходимы исследования «от снега до снега». Несмотря на то, что число видов патогенов, выявляемых в весенний период, в несколько раз меньше числа видов, выявляемых в середине лета, но среди этих видов присутствует те, которые не могут быть обнаружены иначе как весной, либо благодаря тому, что вегетация их хозяев приурочена строго к весеннему периоду, либо благодаря особенностям самих патогенов. К этому следует добавить, что весенние наблюдения позволяют лучше понять особенности биологического цикла патогенов и совершенно необходимы при задачах выявления многолетних трендов развития паразитических грибов.



## Список литературы

1. Благовещенская Е. Ю. Фитопатогенные микромицеты Звенигородской биологической станции имени С.Н. Скадовского // Вестн. Москов. ун-та. Сер. 16. Биология. 2014. № 2. С. 42–45.

E.Yu. Blagoveshchenskaya

Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow

e-mail: kathryn@yandex.ru

## VERNAL SEASON PHYTOPATHOGENIC FUNGI

**Summary.** We revealed 15 species of phytopathogenic fungi of Skadovsky Zvenigorod Biological Station (ZBS) in the spring of 2014. Among

them 5 species of rust fungi and 5 species of downy mildews.

А. В. Богачева

Биолого-почвенный институт ДВО РАН

г. Владивосток, Россия

e-mail: bogacheva@ibss.dvo.ru

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АССОЦИИРОВАННЫХ С ДУБОМ ГРИБОВ\*

Дальний Восток – крупнейший лесной регион России, характеризуется богатой флорой древесных ресурсных растений. Многие из них консортивно связаны с грибами – облигатными паразитами и гембиотрофами. Видовой состав грибов, связанный с определенной группой растений, может служить индикатором состояния, жизнеспособности этих растений на данной территории. В южной части Дальнего Востока дубовые леса являются одной из наиболее распространенных лесных формаций. Из трех дальневосточных видов дуба наиболее распространен дуб монгольский. Дуб зубчатый растет на юге Приморского края, дуб курчавый встречается на юге Сахалина и на южных островах Курильской гряды [3]. До последнего времени дубовые леса были малоперспективны в коммерческом отношении. Современная рыночная конъюнктура изменила отношение к этой лесной формации. Ныне большой интерес у лесопромышленников вызывают запасы ее древесины. Повысилась и рекреационная нагрузка на дальневосточные дубовые леса. Все эти факторы сопровождаются возникновением ряда проблем. В рамках продолжения фундаментальных многолетних исследований дальневосточных природных комплексов были проведены исследования структуры и монито-

ринга микобиоты дальневосточных дубняков, а также разнообразия и распространения грибов, ассоциированных с дубом.

Анализ экологической структуры исследуемой микобиоты показал, что определяющим фактором при расселении грибов является наличие субстратов и в меньшей степени – абиотические факторы. Участие грибов каждой экологической группы показывает сбалансированность процессов утилизации растительных остатков и интенсивность энергетического круговорота в растительных ценозах. Филлофильные виды заселяют листовую опад. В мировой литературе есть данные о 29 видах грибов из различных классов подцарства Ascomycota, отмеченных на листовом опаде дуба [4–11]. Из них в дальневосточных дубняках нами обнаружены 7 – *Hymenoscyphus epiphyllus*, *H. phyllophilus*, *Hyalopeziza rugmaea*, *Incrucipulum ciliare*, *Lachnum capitatum*, *L. virgineum*, *Ciborinia candolleana*. Проведенные инвентаризационные работы показали, что микобиота листового опада дуба в дальневосточном регионе разнообразнее, чем где бы то ни было в умеренных широтах. Нами были отмечены такие филлофильные виды, как *Arachnopeziza aurelia*, *Ciborinia bifrons*, *Hyalinia tumidula*, *Lachnellula ciliata*, *Lachnum soppitii*, *Mollisia uncinata*, *Pezicula livida*, *Setoscypha lach-*

© Богачева А. В., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 14–04–90003 Бел–а) и Президиума ДВО РАН (проект 15–I–6–007).

*nobrachyoidea*. Характерным признаком филлофильных грибов является формирование на одном субстрате нескольких мелких плодовых тел до 2 мм в диаметре. Более крупные аскомы не развиваются на столь незначительном по запасу ресурсов в субстрате.

Как известно, подстилка в широком смысле представляет собой многокомпонентную систему, состоящую из перезимовавшего опада (как листового, так и веточного) и нижнего слоя – растительных остатков, сохранивших еще некоторую структуру. Анализ распределения дискомицетов по субстратам показал, что с увеличением деструкции листового опада меняется видовой состав ее грибного населения. По нашим данным, на перепревшем 2–3-годичном опаде развивается уже до 20 видов дискомицетов. Типичные представители – виды родов *Helvella*, *Morchella* и *Verpa*. Для этих грибов характерно формирование одиночных крупных плодовых тел до 250 мм высотой и 100 мм в диаметре. Иногда на конгломерате из остатков лисья разросшаяся грибница образует по нескольку аском одновременно. В более южных районах исследуемой территории видовой состав деструкторов прошлогоднего опада более широк, чем 2–3-годичной фракции, в северных соотношении меняется.

На живых листьях развиваются виды, обладающие, по нашему мнению, патогенными свойствами. Из этой группы грибов на дубах нами встречены *Ciborinia candolleana* и *Taphrina caerulescens*. В мировой литературе есть данные о видовом разнообразии грибов, отмеченных на жилках и черешках дубовых листьев: *Dasyscyphella crystallina*, *Pycnopeziza pachyderma*, *Lophodermium petiolicola*, *Rutstroemia petiolorum*, *R. sydowiana* [5–11]. Из них в дальневосточном регионе нами отмечен пока только один – *Rutstroemia petiolorum*.

Дальневосточные дубы часто повреждаются пожарами. Такие насаждения совершенно не похожи на знаменитые европейские дубравы. Деревья дуба здесь зачастую невысоки, искривлены, имеют многочисленные послепожарные повреждения. Традиционные весенние палы, устраиваемые местным населением для сбора папоротника, ослабляют как подрост, так и взрослые растения. Многие дереворазрушающие грибы, обычно ведущие сапротрофный об-

раз жизни, поражают живые растения. Они инфицируют древесину растущих деревьев через раны от огня. Вначале грибы развиваются на омертвевшей древесине пожарных подсушин, а затем постепенно вызывают загнивание и живых тканей. На обильном веточном опаде дуба развивается специфический набор грибов-деструкторов [1]. Здесь проявляется зависимость состава дереворазрушающих грибов от размеров субстрата. Наибольшее число базидиомицетов отмечается на стволах среднего диаметра (11–20 см). На тонких жердях эти грибы не могут пройти весь цикл своего развития и не дают плодоношения. Однако дискомицеты, в отличие от трутовых и большинства агариковых, поселяются и плодоносят как на крупных, так и на мелких (до 3 мм) стволах и ветвях. Исследуя микобиоту дальневосточных дубняков, мы обнаружили значительное количество видов общих с другими регионами умеренных широт. Из указанных 42 видов грибов из различных классов подцарства Ascomycota [4–11], отмеченных на веточном опаде и древесине дуба, в дальневосточных дубняках нами обнаружены 17 видов. Особенность дальневосточной микобиоты заключается в исключительном видовом разнообразии дереворазрушающих грибов. По нашим данным, на веточном опаде и древесине дуба развиваются еще 43 вида и 2 разновидности сумчатых грибов [1, 2].

Виды, обитающие на коре растений и на неразрушенной древесине, характеризуются более узкой экологической валентностью и значительно более специализированы в отношении субстрата, чем обитатели гнилой древесины. Для такого субстрата, как кора, сложно выделить свой круг бionтов, поскольку в ряде случаев нельзя однозначно сказать, развивается плодовое тело из мицелия в пробковом слое или в древесине. Исключением в данной ситуации являются виды родов *Mollisia* и *Tapesia*, формирующие плодовые тела на поверхностном мицелиальном сплетении. Текстура коры и ее кислотность являются наиболее значимыми факторами, влияющими на разнообразие комплекса эпифитных видов. На коре дуба, характеризующейся глубокими складками и трещинами, отмечено наибольшее разнообразие грибов.

Наиболее разнообразно в таксономическом отношении заселена древесина. Этот факт объясняется как распространенностью и обилием субстрата, так и неоднородностью пространственного распределения и постоянным изменением физико-химических свойств древесины по мере ее разрушения. Замечена некоторая смена видового состава грибов в процессе деструкции древесины. На трухлявой или погруженной в почву древесине определился свой набор видов. По всей вероятности, это типичные сапротрофы, яркими представителями которых являются виды рода *Scutellinia* spp., *Helvella* spp., *Humaria* spp., *Tarzetta* spp., *Trichoglossum* spp. и другие.

Плодоношение на только что отмерших или спиленных ветвях и стволах наблюдается у видов грибов, обладающих, скорее всего, некоторой патогенностью. Нередко совместно с развитием плодовых тел или, чаще, предшествуя ему, развиваются анаморфы этих грибов. Логично предположить, что в этой группе степень

патогенности гриба прямо пропорциональна его субстратной специализации. Типичным представителем этой группы, развивающимся на не разрушенной древесине, можно считать *Bulgaria inquinans*. Этот популярный в Азии объект исследования как возбудитель болезни дуба (задыхание древесины) и как лекарственный объект восточной медицины.

Свой набор деструкторов сформировался на таком специфическом субстрате как плюска дуба. Есть данные о 5 видах грибов, отмеченных на плюсках в различных регионах мира [4–11]. Из них три – *Trichopeziza leucophaea*, *Hymenoscyphus fructigenus* и *Arachnopeziza aurelia* – отмечены нами в исследуемом регионе.

Выявленный состав микобиоты дальневосточных дубняков позволяет говорить о ее богатстве и своеобразии. По результатам исследования готовится к печати коллективная монография «Микобиота дальневосточных дубняков и дубрав Беларуси».

#### Список литературы

1. Богачева А. В. Дереворазрушающие дискомицеты основных лесообразующих пород Приморского края // Леса и лесообразовательный процесс на Дальнем Востоке : материалы Межд. конф. Владивосток: БПИ ДВО РАН, 1999. С. 171–174.
2. Богачева А. В. Дискомицеты как активные деструкторы подстилки в лесах Сихотэ-Алинского заповедника // Результаты охраны, изучения природных комплексов Сихотэ-Алия. Владивосток: ОАО «Примполиграфкомбинат», 2005. С. 132–136.
3. Добрынин А. П. Дубовые леса российского Дальнего Востока (биология, география, происхождение). Владивосток: Дальнаука, 2000. 260 с.
4. *Arx von J. A.* Plant pathogenic fungi // Beihefte zur Nova Hedwigia, 87. 1987. 288 p.
5. *Boudier E.* Histoire et Classification des Discomycètes d'Europe. Paris, 1907. 223 p.
6. *Butin H.* Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Leitfaden zum Bestimmen von Baumkrankheiten. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1983. 172 s.
7. *Dennis R. W. G.* Fungi of the Hebrides. Kew: Royal Botanic Gardens, 1986. 359 p.
8. *Ellis M. B., Ellis J. P.* Microfungi on Land Plants. An Identification Handbook. Enlarged Edn. Slough: Richmond Publishing, 1997. 868 p.
9. *Farr D. F., Bills G. F., Chamuris G. P., Rossman A. Y.* Fungi on plants and plant products in the United States. St. Paul: APS Press, 1989. 1252 p.
10. *Palmer J. T.* Sclerotiniaceous cup fungi on oak galls // Cecidology. 1990. Vol. 5. № 2. P. 31–44.
11. *Rehm H.* Die Pilze. Ascomyceten: Hysteriaceen und Discomyceten // Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Ed. L. Rabenhorst. 1896. Bd. 1 (3). 1275 s.

## SPECIES DIVERSITY OF FUNGI ASSOCIATED WITH OAK

**Summary.** Until recently, oak forests were unpromising commercially. Now a great interest in the cause timber reserves of the wood. In order to assess the current status of oak forests we studied the mycobiota of this forest formation. Systematic studies of species diversity of fungi developing on the oaks, we have conducted. In the world literature suggest about 83 species developing on

the leaf, branches litter and oak wood. According to our information on the Far Eastern oaks develops 82 species of Discomycetes. Of these, only 30 species are shared with mycobiota other regions of temperate climate. These results testify to the richness and originality of the mycobiota of the Far Eastern oak forests.

**С. Ю. Большаков**

*Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН*

*г. Санкт-Петербург, Россия*

*e-mail: sbolshakov@binran.ru*

## ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБАХ ЗАТО г. САРОВ\*

Город Саров является закрытым административно-территориальным образованием (ЗАТО). Расположен на землях Нижегородской области (5 %) и Республики Мордовии (95 %), находится в административном подчинении Нижегородской области. Удален на 180 км от Нижнего Новгорода, на юге граничит с Мордовский государственным природным заповедником (МГПЗ) (Темниковский р-н Республики Мордовия), на севере – с Дивеевским районом Нижегородской области. Общая площадь ЗАТО составляет 23 531 га, из которых около 20,5 тысяч (87 %) га занимают леса.

В 1941 г. в Сарове образован завод № 550 по производству боеприпасов. В 1947 г., через год после размещения на базе завода № 550 Конструкторского бюро № 11 при лаборатории № 2 АН СССР (КБ-11), постановлением Президиума Верховного Совета РСФСР Саров был исключен из учетных данных по административно-территориальному делению РСФСР. В 1948 г. постановлением Главного управления по заповедникам при СНК РСФСР из территории Мордовского заповедника было изъято 18 454 га в подчинение КБ-11, и была образована строго охраняемая закрытая зона [8].

Лесной массив ЗАТО представляет собой малонарушенный участок хвойно-широко-

лиственных (подтаежных) лесов, охраняемый примерно с начала XVIII века, сначала монахами Саровской пустыни, затем в составе Мордовского заповедника, затем – Саровской дивизией.

Первые исследования микофлоры данного лесного массива еще в составе Мордовского заповедника были проведены в 1937 г. сотрудником БИН Т. Л. Николаевой и в 1941–1944 гг. сотрудником МГПЗ В. Я. Частухиным. После образования закрытой зоны часть этих сборов оказалась относящейся к территории Сарова, и некоторые виды, указываемые для Мордовского заповедника [2, 5–7, 9–10], относятся в настоящее время к ЗАТО.

Особый режим ЗАТО, с наличием запретных зон по границе и ограничение на въезд, препятствует посещению и изучению данной территории. В составе комплексной экспедиции МГПЗ по договоренности с администрацией ЗАТО по проведению обследования прудов, мне удалось посетить три из восьми памятников природы ЗАТО.

Монастырский пруд Протяжка занимает 91,2 га, относящихся к кв. 85–86 и 101–103 лесопарка Сарова. Представляет собой искусственный водоем, окруженный сухими сосняками возрастом 130 лет. Монастырское урочище Фи-

липовка занимает 243 га, относящихся к кв. 84, 99–100, 115–116, 131. Представляет собой систему из трех проточных искусственных водоемов и прилегающие к ним посадки и восстановленные леса на месте монастырских полей и пустынки Филипповой. Монастырский пруд Варламовский занимает 27,2 га, относящихся к кв. 111 и 127. Представляет собою искусственный водоем площадью 10,6 га, окруженный сосняками и ельниками с липой возрастом около 150 лет [1].

В результате обработки собственных сборов и сохранившихся гербарных материалов Т. Л. Николаевой на территории ЗАТО к настоящему моменту известно 89 видов афиллофойдных грибов. Ниже приведен список выявленных видов, с указанием субстрата и кварталов лесопарка Сарова. Образцы хранятся в микологических гербариях БИН (LE) и МГПЗ (HMNR). Звездочкой (\*) отмечены виды, известные только по сборам Т. Л. Николаевой.

*Anomoloma myceliosum* (Peck) Niemelä et K. H. Larss. – на валеже липы, кв. 102 (LE 301261).

*Antrodia macra* (Sommerf.) Niemelä – на валеже осины, кв. 100 (LE 304291).

*Antrodia serialis* – на валеже ели, кв. 131.

\**Antrodia sinuosa* (Fr.) P. Karst. – на валеже ели, кв. 143 (HMNR F20141).

*Basidioradulum radula* (Fr.) Nobles – на сухостое ивы, кв. 102 (LE 301303).

*Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst. – на валеже осины, кв. 100, 143 (LE 304273, HMNR F20212).

*Cantharellus cibarius* – на почве, кв. 103, 131.

*Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill – на пнях, валеже и сухостое березы, кв. 100, 101, 111, 127, 143; на живой ольхе, кв. 127 (HMNR F20208, F20277).

\**Climacodon pulcherrimus* (Berk. et M. A. Curtis) Nikol. – на валеже березы, кв. 95, 112 (LE 20290, LE 20317, HMNR F20051).

*Coltricia perennis* (Fr.) Murrill – на почве, кв. 103, 143 (HMNR F20278).

*Coniophora olivacea* (Fr.) P. Karst. – на валеже сосны, кв. 102, 127 (LE 301972, LE 304104).

*Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J. Schröt. – на сухостое ивы, кв. 101, 131; на валеже березы, кв. 102 (LE 301205).

*Daedaleopsis tricolor* (Bull.) Bondartsev et Singer – на валеже березы, кв. 100, 103, 127, 131.

\**Datronia mollis* (Sommerf.) Donk – на валеже березы, кв. 95 (LE 31596, HMNR F20197).

\**Dentipellis fragilis* (Pers.) Donk – на пне липы, кв. 95 (LE 20705).

*Fomes fomentarius* (L.) Fr. – на валеже и сухостое березы, кв. 84, 101–103, 127, 131.

*Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. – на валеже и сухостое березы, кв. 101 – 103, 111, 127, 131; на валеже ели, кв. 84, 101, 111; на валеже и живом дереве сосны, кв. 84, 127.

*Fomitopsis rosea* (Alb. et Schwein.) P. Karst. – на валеже ели, кв. 100, 111, 131 (LE 304261).

*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. – на пне и валеже березы, кв. 95, 100, 111; на валеже осины, кв. 101, 131; на живом дубе, кв. 127 (HMNR F20270).

*Gloeophyllum abietinum* (Bull.) P. Karst. – на валеже ели, кв. 131 (LE 304267).

*Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst. – на валеже сосны, кв. 152, современная территория г. Саров; на валеже ели, кв. 100 (HMNR F20177, F20247).

\**Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murrill – на обработанной древесине (колодец), кв. 143 (HMNR F20243).

\**Gloeoporus pannocinctus* (Romell) J. Erikss. – на валеже липы, кв. 112 (LE 26491).

\**Hericium coralloides* (Scop.) Pers. – на валеже березы, кв. 143 (LE 20568).

\**Heterobasidium parviporum* Niemelä et Korhonen – на валеже и сухостое ели, кв. 112 (LE 28794, HMNR F20279).

\**Hydnum repandum* L. – на почве, кв. 112, 144 (LE 21112, HMNR F20216).

*Hymenochaete rubiginosa* (Dicks.) Lév. – на валеже дуб, кв. 111.

*Hymenochaete tabacina* (Sowerby) Lév. – на сухостое ивы, кв. 101, 102 (LE 301227).

\**Hyphoderma setigerum* (Fr.) Donk – на валеже ели, кв. 85–86 (LE 22261).

\**Hyphodontia arguta* (Fr.) J. Erikss. – на обгорелой коре сосны, без точного указания местонахождения (LE 22063).

\**Hyphodontia barba-jovis* (Bull.) J. Erikss. – на валеже березы, кв. 95 (LE 22021).

\**Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát – под валеже березы, кв. 142, 143 (HMNR F20198).

*Inonotus radiatus* (Sowerby) P. Karst. – на сухостое ольхи, кв. 127.

- \**Inonotus rheades* (Pers.) Bondartsev et Singer – на сухостое осины, кв. 112, 131 (LE 29186, HMNR F20274).
- Irpex lacteus* (Fr.) Fr. – на валеже липы, кв. 95 (LE 21350, LE 21488, HMNR F20441).
- Ischnoderma benzoinum* (Wahlenb.) P. Karst. – на валеже ели, кв. 100 (LE 304262).
- \**Junghuhnia nitida* (Pers.) Ryvarden – на валеже сосны, кв. 127; на валеже ели, кв. 21, 112; на валеже липы, кв. 112 (LE 25480, LE 25482, LE 25483, LE 25518, HMNR F20276).
- Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill – на валеже дуба, просека между кв. 111 и 127 (LE 304263).
- \**Laxitextum bicolor* (Pers.) Lentz – на валеже липы, кв. 95, 112 (LE 304102, HMNR F20082).
- Oligoporus fragilis* (Fr.) Gilb. et Ryvarden – на валеже ели, кв. 100, 112, 143 (LE 27452, LE 304271, HMNR F20486).
- \**Oligoporus hibernicus* (Berk. & Broome) Gilb. et Ryvarden – на валеже сосны, кв. 158 (LE 26658).
- Oligoporus placenta* (Fr.) Gilb. et Ryvarden – на валеже сосны, кв. 127.
- \**Oligoporus tephroleucus* (Fr.) Gilb. et Ryvarden – на валеже ели, кв. 142 (HMNR F20275).
- \**Oxyporus corticola* (Fr.) Ryvarden – на валеже и сухостое липы, кв. 127; на валеже осины, кв. 144 (LE 25405, LE 25417, LE 25425).
- \**Peniophora cinerea* (Pers.) Cooke – на валеже липы, без точного указания местонахождения (HMNR F20427).
- \**Peniophora rufa* (Fr.) Voidin – на валеже осины, кв. 158 (LE 304103).
- Phellinus igniarius* – на живой иве, кв. 131.
- Phellinus laevigatus* (P. Karst.) Bourdot et Galzin – на валеже березы, кв. 101, 127 (LE 304257, LE 304258).
- Phellinus nigricans* – на валеже, сухостое и живом дереве березы, кв. 103, 111.
- Phellinus punctatus* (P. Karst.) Pilát – на сухостое ивы, кв. 111 (LE 304259).
- Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev et P.N. Borisov – на живых осинах, кв. 103, 131, 143 (HMNR F20245).
- \**Phlebia fuscoatra* (Fr.) Nakasone – на валеже рябины, кв. 128 (LE 221636).
- Phlebia rufa* (Pers.) M.P. Christ. – на валеже березы, кв. 101; на валеже липы, кв. 95; на валеже осины, кв. 112 (LE 304256, LE 304264, HMNR F20450).
- \**Phlebia tremellosa* (Schrad.) Nakasone et Burds. – на пне березы, кв. 158 (HMNR F20200).
- Phlebiella vaga* (Fr.) P. Karst. – на валеже сосны, кв. 127 (LE 304266).
- Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst. – на валеже и сухостое березы, кв. 100, 127, 131.
- Plicatura crispa* (Pers.) Rea – на валеже ольхи, кв. 127 (LE 304260).
- Polyporus badius* (Pers.) Schwein. – на валеже осины, кв. 101, 132; на валеже березы, кв. 112 (LE 304270).
- \**Polyporus tuberaster* (Jacq. ex Pers.) Fr. – на валеже липы, кв. 95, 112 (LE 30935, LE 30942, LE 30948).
- \**Polyporus varius* (Pers.) Fr. – на валеже липы, кв. 95 (HMNR F20272).
- \**Porothelium fimbriatum* (Pers.) Fr. – на валеже ели, кв. 112, современная территория г. Саров, в районе парка (LE 168696, HMNR F20199).
- \**Punctularia strigosozonata* (Schwein.) P.H.B. Talbot – на валеже осины, кв. 112 (HMNR F20218).
- Psycoporellus fulgens* (Fr.) Donk – на валеже ели, кв. 100, 101, 112, 127; на валеже сосны, кв. 103; на валеже березы, кв. 100 (LE 26680, LE 26684, LE 304268).
- \**Psycoporus cinnabarinus* (Jacq.) P. Karst. – на валеже березы, кв. 95 (LE 19266, HMNR F20209).
- \**Radulodon erikssonii* Ryvarden – на сухостое осины, кв. 112 (LE 23221, дублет – HMNR F20052).
- \**Ramaria eumorpha* (P. Karst.) Corner – на почве, кв. 110 (HMNR F20456).
- Sarcoporia polyspora* P. Karst. – на валеже ели, кв. 103 (LE 301949).
- Schizophyllum commune* Fr. – на валеже липы, кв. 101; на валеже ольхи, кв. 127.
- \**Schizopora flavipora* (Berk. et M.A. Curtis ex Cooke) Ryvarden – на валеже липы, кв. 95; на валеже березы, кв. 114 (HMNR F20425, HMNR F20426).
- \**Schizopora paradoxa* (Schrad.) Donk – на валеже березы, кв. 95, 158; на валеже липы, кв. 95 (LE 26021, LE 26022, LE 26023, LE 26031, LE 26044, LE 210013).
- Skeletocutis amorpha* (Fr.) Kotl. et Pouzar – на валеже сосны, кв. 158; на валеже ели, кв. 131 (LE 26391, LE 26443, LE 304274).

\**Skeletocutis nivea* (Jungh.) Jean Keller – на валеже осины, кв. 144; на валеже липы, кв. 114 (LE 27665, HMNR F20290).

*Skeletocutis papyracea* A. David – на валеже сосны, кв. 100, 127 (LE 304292, LE 304293).

\**Skeletocutis subincarnata* (Peck) Jean Keller – на валеже сосны, кв. 127 (LE 26446, LE 26477).

*Steccherinum murashkinskyi* (Burt.) Maas Geest. – на валеже осины, кв. 102, 127, 131 (LE 21732, LE 301236).

*Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. – на валеже березы, кв. 101–103.

*Stereum subtomentosum* Pouzar – на валеже и сухостое березы, кв. 100, 111, 127, 131; на сухостое ивы, кв. 102.

\**Thelephora terrestris* Ehrh. – на почве, кв. 143 (HMNR F20214).

*Trametes gibbosa* (Pers.) Fr. – на валеже осины, кв. 100.

\**Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd – на пне березы, кв. 144 (HMNR F20217).

*Trametes ochracea* (Pers.) Gilb. et Ryvarde – на валеже осины, кв. 132; на валеже березы, кв. 102 (LE 304272).

*Trametes pubescens* (Schumach.) Pilát – на сухостое ивы, кв. 131; на валеже березы, кв. 131 (LE 304269, HMNR F20280).

*Trametes trogii* Berk. – на пне и валеже осины кв. 95, 101, 131 (HMNR F20195).

\**Trechispora farinacea* (Pers.) Liberta – на пне липы, кв. 95 (LE 20442).

*Trichaptum abietinum* (Dicks.) Ryvarde – на валеже ели, кв. 100, 101; на валеже сосны, кв. 127.

*Trichaptum bifforme* (Fr.) Ryvarde – на валеже березы, кв. 100–103, 111, 131.

*Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrenb.) Ryvarde – на валеже сосны, кв. 101, 102, 158 (HMNR F20176).

*Tyromyces fissilis* (Berk. et M.A. Curtis) Donk – на валеже, сухостое и живом дереве осины, кв. 101, 131, 143; на живых деревьях березы, 144 (LE 27350, LE 27367, LE 304265, HMNR F20196).

\**Tyromyces kmetii* (Bres.) Bondartsev et Singer – на валеже липы, кв. 95 (LE 27534).

Примечательна находка редкого бореального *Anomoloma myceliosum*, известного в Европейской России из Архангельской области и Республики Коми [3–4].

### Список литературы

1. Бакка С. В., Киселева Н. Ю. Особо охраняемые природные территории Нижегородской области : аннотированный перечень. Н. Новгород, 2009. 560 с.
2. Бондарцев А. С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. М., Л., 1953. 1106 с.
3. Ежов О. Н. Афиллофоровые грибы Архангельской области. Екатеринбург, 2013. 276 с.
4. Косолапов Д. А. Афиллофороидные грибы среднетаежных лесов Европейского Северо-Востока России. Екатеринбург, 2008. 230 с.
5. Кузнецов Н. И. Флора грибов, лишайников, мхов и сосудистых растений Мордовского заповедника // Труды Мордовского государственного заповедника им П. Г. Смиловича. 1960. Вып. 1. С. 71–128.
6. Николаева Т. Л. Нахождение в СССР *Radulum casearium* (Morgan) Lloyd // Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР. 1955. Т. 10. С. 185–187.
7. Николаева Т. Л. Флора споровых растений СССР. Том IV. Ежовиковые грибы. М., Л., 1961. 432 с.
8. Саров – это мы! / редкол. В. Д. Димитров (пред.) и др. Саров, 2009. 248 с.
9. Частухин В. Я. Флора грибов Мордовского государственного заповедника // Вестн. Мордов. ун-та. 2011. № 4. С. 90–115.
10. Частухин В. Я., Николаевская М. А. Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе. Л., 1969. 326 с.

S. Yu. Bolshakov

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg  
e-mail: sbolshakov@binran.ru

### FIRST DATA ABOUT APHYLLOPHOROID FUNGI OF THE CLOSED CITY OF SAROV

**Summary.** The current data on aphylloroid fungi of the closed city of Sarov (Nizhny Novgorod Oblast, Russia) are generalized for first time. Total

89 species were recorded on the territory. An annotated check-list containing data on substrate, location and herbarium number are presented.

## ЗООПАРАЗИТИЧЕСКИЕ КОРДИЦИПИТОИДНЫЕ ГРИБЫ (ASCOMYCOTA: HYROCREALES) СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Территория Сочинского национального парка (далее – СНП; площадь ≈1900 км<sup>2</sup>) относится к самым северным в мире влажным субтропикам. Значительную его часть занимают уникальные горные колхидские широколиственные леса с большим количеством третичных реликтовых и эндемичных растений. Обильные осадки (среднегодовая сумма более 1700 мм), «ползущие» по ущельям частые туманы, наличие под пологом густых тенистых лесов многочисленных небольших рек, ручьев с водопадами, порогами [5] – все это создает прекрасную возможность для процветания в таких сырых и достаточно теплых условиях здесь всевозможных грибов, в том числе паразитирующих в беспозвоночных животных – насекомых, паукообразных, многоножках, нематодах и др.

Ниже представлен кратко аннотированный список 40 видов возбудителей микозов беспозвоночных, относящихся к трем близким семействам сумчатых гипокрейнных грибов Cordycipitaceae, Clavicipitaceae и Ophiocordycipitaceae, которые удалось найти в разные годы исследований автора (с 1982 по 2014 г.) в СНП и его окрестностях в летне-осенние месяцы. Кроме того, в общем перечне указано несколько видов, отмеченных здесь ранее Э. З. Коваль [6]. Для некоторых видов, недавние новые названия которых малоизвестны, приводятся синонимы.

Сем. Cordycipitaceae: 1. Анаморфа *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. s. l. – Прежде гриб можно было расценивать самым обычным возбудителем микозов насекомых из разных отрядов (личинок и куколок чешуекрылых, жесткокрылых, клопов, цикадок, двукрылых и мн. др.), однако в силу его недавнего дробления на основе молекулярно-генетических методов

сейчас нельзя сказать, какие «современные» виды встречаются на территории СНП и к каким приурочены хозяевам. 2. Анам. *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. s. l. – Аналогичная ситуация, связанная с дроблением «старого» вида. Более редкий гриб по сравнению с предыдущим. Отмечен несколько раз на единичных пораженных жуках-долгоносиках осенью в ущелье р. Сочи и на личинке жука-щелкуна в валежной древесине в окрестностях Красной Поляны. 3. *Cordyceps bifusispora* O.E. Erikss. – 2 экземпляра на небольших куколках чешуекрылых в подстилке вблизи Агурских водопадов, ноябрь 2008 г. 4. *Cordyceps confragosa* (Mains) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones et Spatafora (син. *Torrubiella confragosa* Mains, анам. син.: *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare et W. Gams, *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas) – Вид широко распространен. В парках Сочи анаморфа встречается очень часто на кокцидах на листьях и ветках разных кустарников и деревьев с июля по ноябрь; в дикой природе в сырых местах часто можно найти на нижней стороне листьев падуба колхидского. СНП (ущелье р. Сочи, окрестности дер. Ажек) – единственное в России место, где осенью (ноябрь 2008 и 2013 гг.) были найдены телеоморфные образцы. 5. *Cordyceps memorabilis* (Ces.) Ces. (анам. син.: *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fr., *Paecilomyces farinosus* (Holmsk.) A.H.S. Br. et G. Sm.) – В разных местах СНП анаморфа обычна на гусеницах и куколках чешуекрылых, реже на насекомых других отрядов (белокрылки, мухи, жуки) на листьях разных растений, в лесной подстилке, валежной древесине и т. п.; телеоморфа в целом в мире известна по единичным находкам, в СНП 1 телеоморфный образец найден в ноябре 2008 г. в ущелье р. Сочи (вблизи дер. Ажек). 6. *Cordyceps militaris* (L.: Fr.) Fr. – Широко распро-



страненный вид, встречающийся на куколках чешуекрылых из разных семейств, реже – на куколках двукрылых, пилильщиков и др. В СНП найден 1 экз. на куколке бражника в середине сентября 1999 г. в окрестностях Красной Поляны (тропа на Ачишхо, вблизи дольмена).

7. *Cordyceps tuberculata* (Lebert) Maire (анам. син. *Akanthomyces pistillariiformis* (Pat.) Samson et H.C. Evans). – Вид широко распространен, паразит имаго чешуекрылых (совок, огневок и др.), но найти его трудно, т. к. пораженные насекомые перед гибелью прикрепляются, как правило, высоко в кронах деревьев или под козырьками на скалах. За многие годы в СНП найдено 4 экз. (3 анаморфы, 1 телеоморфа) на мокрых скалах в ущелье р. Сочи осенью (сентябрь, октябрь).

8. Анам. *Isaria coleopterorum* (Samson et H.C. Evans) Samson et Huwel-Jones (син. *Paecilomyces coleopterorum* Samson et H. C. Evans). – Узкоспециализированный паразит личинок жуков-светляков; описан из Африки (Гана), позже единичные находки были во Франции, Германии (Бавария), в Московской области [2]; более часто встречается в Западной Грузии (Аджария: Кинтришский заповедник, сентябрь 1991 г.; национальный парк «Мтырала», сент. 2012 г. – Борисов, неопубликов. данные). В СНП 1 экз. найден вблизи пос. Лазаревского в 2004 г. [4].

9. Анам. *Isaria fumosorosea* Wize (син. *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) A.H.S. Br. et G. Sm.) – В разных местах СНП (Агурское ущелье, ущелье р. Сочи, окрестности Красной Поляны, пос. Лазаревского и др.) периодически, но не часто встречается в августе – ноябре на гусеницах и куколках чешуекрылых в подстилке.

10. Анам. *Isaria javanica* (Bally) Samson et Huwel-Jones (син. *Paecilomyces javanicus* (Bally) A.H.S. Br. et G. Sm.) – Единственное место находки в СНП – ущелье р. Сочи, на единичных личинках белокрылки *Aleurodes loniserae* на листьях шалфея клейкого, ноябрь 2008 г. Редкий вид.

11. *Cordyceps takamontana* Yakush. et Kumaz. (анам. син.: *Isaria tenuipes* Peck, *Paecilomyces tenuipes* (Peck) Samson) – В августе-сентябре анаморфа нередко встречается в разных местах СНП на куколках чешуекрылых в подстилке. Телеоморфа известна в России из некоторых районов на юге Приморского края [3, 6], на Кавказе найдена дважды в Западной Грузии (Аджария: окрест-

ности с. Чаквистави – национальный парк «Мтырала», сентябрь 2001 г.; Батумский ботанич. сад, август 1984 г. – Борисов, неопубликов. данные) и 1 экз. в СНП (Свирское ущелье, ноябрь 2008 г.).

12. *Cordyceps variegata* Moureau. – За многие годы гриб известен с Кавказа по одному образцу, найденному Э. З. Коваль давно в окрестностях Красной Поляны [6].

13. Анам. *Lecanicillium fusisporum* (W. Gams) Zare et W. Gams (син.: *Verticillium fusisporum* W. Gams). – Вероятно, довольно редкий вид. Найден на 1 экз. куколки листовертки под корой старого дерева в окрестностях пос. Лазаревского, Свирское ущелье, ноябрь 2008 г.

14. *Lecanicillium longisporum* (Petch) Zare et W. Gams (син. *Cephalosporium longisporum* Petch) – В разных местах СНП (Агурское ущелье, ущелье р. Сочи, окрестности пос. Лазаревского – Свирское ущелье, Адлер – парк «Южные культуры» и др.) периодически встречается в августе – октябре на глянцах ежевики и других растений, изредка отмечался на цикадках и жуках.

15. Анам. *Lecanicillium muscarium* (Petch) Zare et W. Gams (син. *Cephalosporium muscarium* Petch). – Во многих местах СНП и окрестностях один из наиболее обычных видов энтомопаразитических грибов на разных насекомых; часто поражает личинок и имаго различных видов белокрылок на листьях ежевики, шалфея клейкого, клена, мандарина и др., тлей на листьях вяза, ольхи по берегам горных рек. В сентябре 2014 г. найден в Адлере в парке «Южные культуры» в качестве паразита инвазивного очень опасного вредителя самшита – самшитовой огневки *Cydalima perspectalis*.

16. Анам. *Lecanicillium tenuipes* (Petch) Zare et W. Gams (син.: *Verticillium tenuipes* (Petch) W. Gams, *Engyodontium araneorum* (Cavara) W. Gams). – На Кавказе этот паразитирующий в пауках гриб был известен из Мостовского и Апшеронского районов Краснодарского края [1], в сентябре 2014 г. 1 экз. найден в Сочи в окрестностях дендрария под сводами моста через р. Гнилушку.

17. Анам. *Lecanicillium wallacei* (H.C. Evans) H.C. Evans et Zare (син. *Simplicillium wallacei* H.C. Evans). – Редкий вид, описанный в 2001 г. по сборам на куколках бабочек в Индонезии (Сулавеси); в середине ноября 2008 г. 1 экз. найден на гусенице (коконопряда?) в Свирском ущелье (окрестности пос. Лазаревского).

18. Анам. *Simplicillium lamellicola*

(F.E.V. Sm.) Zare et W. Gams (син. *Cephalosporium lamellicola* F.E.V. Sm.). – Гриб известен как гиперпаразит на фитотрофных грибах, но иногда поражает и насекомых. В СНП найден 1 экз. на имаго мелкой жужелицы под камнем у реки, Агурское ущелье, сентябрь 2014 г. 19. *Torrubiella leiopus* (Mains) Kobayasi et Schimizu (анам. син. *Gibellula leiopus* (Vuill. ex Maubl.) Mains). – В СНП давно известен по сборам в парке «Южные культуры» [6]; нами анаморфа также найдена несколько раз на мелких пауках вблизи Агурских водопадов и в ущелье р. Сочи. 20. *Torrubiella pulchra* (Mains) Koval (анам. син. *Gibellula pulchra* (Sacc.) Cavara) – Этот гриб, паразитирующий в пауках, в других районах Краснодарского края (Мостовской, Апшеронский) встречается довольно часто на травянистых растениях, но в окрестностях Сочи был найден лишь несколько раз вблизи Агурских водопадов, в долинах рек Сочи, Аше, Псеуапсе и Мзымты. 21. *Torrubiella paxillata* Petch. – Описан из Южной Америки, приводится в работе [6] для Черноморского побережья Кавказа и южного берега Крыма как паразит хищных личинок златоглазок, но нами за многие годы не был найден ни разу. Вид можно считать очень редким. Судя по современным данным, вероятно, в результате молекулярно-генетических исследований будет перенесен в сем. Clavicipitaceae в статусе другого рода. 22. *Torrubiella tomentosa* Pat. – Э. З. Коваль [6] указывает гриб в качестве паразита кокциды *Parlatoria oleae* с Черноморского побережья Краснодарского края и из Грузии, но нами не найден. Можно считать очень редким. Вероятно, будет перенесен в сем. Clavicipitaceae под иным родовым названием.

Сем. Clavicipitaceae: 23. *Conoideocrella luteorostrata* (Zimm.) D. Johnston, G.H. Sung, Hywel-Jones et Spatafora (син. *Torrubiella luteorostrata* Zimm., анам. син. *Paecilomyces cinnamomeus* (Petch) Samson et W. Gams). – Распространен в тропиках на кокцидах и белокрылках; в России был известен лишь из Амурской области на запятовидной щитовке *Lepidosaphes ulmi* [6]. В сентябре 1991 и 2012 г. был найден в Западной Грузии (Аджария – Кинтришский заповедник и нац. парк «Мтырала») на личинках ежевичной белокрылки *Realius setosus* (Борисов, неопубликов. данные). В СНП обнаружен в конце ноября 2013 г. и в сентябре 2014 г. на личинках

белокрылки *Aleurodes lonicerae* на нижней стороне листьев шалфея клейкого в локальной точке Агурского ущелья и выделен в культуру. Изучение морфологии изолятов позволяет сделать предположение (для доказательства необходимы молекулярно-генетические анализы), что в литературе существует ошибка, связанная с изучением анаморфных образцов гриба без конидиального спороношения, но продуцирующих обильно хламидоспоры, которые были описаны как вид *Aegerita webberi* H. S. Fawc. (Basidiomycota, Polyporales) [7] и продолжают поныне фигурировать под этим названием. 24. *Hypocrella salacensis* (Racib.) Petch (син. *Barya salacensis* Racib.). – Сведения [6] о находке именно этого вида гриба в окрестностях Сочи на тлях на листьях каштана выглядят сомнительными, т. к. представители данного рода известны как паразиты только кокцид и белокрылок. Другой информации нет. 25. *Metacordyceps chlamydosporia* (H.C. Evans) G.H. Sung, Hywel-Jones et Spatafora (син. *Cordyceps chlamydosporia* H.C. Evans, анам. син.: *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare et W. Gams, *Verticillium chlamyosporium* Goddard). – Нередко выделялся на питательные среды при рассевах почвенных проб из разных точек СНП и окрестностей; является паразитом нематод. 26. *Metapochonia bulbilosa* (W. Gams et Malla) Kepler, S.A. Rehner et Humber (анам. син.: *Pochonia bulbilosa* (W. Gams et Malla) Zare et W. Gams, *Verticillium bulbillosum* W. Gams et Malla). – Почвенный гриб, известен как паразит нематод; несколько раз выделялся на питательные среды при рассевах почвенных проб из Свирского ущелья, окрестностей Адлера и Красной Поляны. 27. *Metapochonia suchlasporia* (W. Gams et Dackman) Kepler, S.A. Rehner et Humber (анам. син.: *Pochonia suchlasporia* (W. Gams et Dackman) Zare et W. Gams, *Verticillium suchlasporium* W. Gams et Dackman). – Паразит нематод; несколько раз выделялся на питательные среды при рассевах почвенных проб из долин р. Сочи (Ажек) и Аше (недалеко от пещеры Ведьм). 28. Анам. *Metarhizium carneum* (Duché et R. Heim) Kepler, S.A. Rehner et Humber (анам. син. *Paecilomyces carneus* (Duché et R. Heim) A.H.S. Br. et G. Sm.). – В целом нередкий гриб, выделяющийся на питательные среды из почвенных проб, но на насекомых отмечается эпизодически; в СНП найден на несколь-

ких личинках белокрылки *Aleurodes lonicerae* в ноябре 2008 г. в ущелье р. Сочи. 29. Анам. *Metarhizium marquandii* (Masse) Kepler, Rehner et Humber (анам. син.: *Paecilomyces marquandii* (Masse) S. Hughes, *Verticillium marquandii* Masse). – Изредка выделялся на питательные среды при рассевах почвенных проб из разных точек СНП; известен паразитизм в нематодах. 30. Анам. *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin s. l. – Недавно этот широко распространенный в мире гриб был раздроблен на несколько «дочерних» с использованием молекулярно-генетических методов, поэтому без аналогичных анализов невозможно сказать точное название вида, найденного дважды в ущелье р. Сочи и в окрестностях Красной Поляны (у р. Бешенки) на имаго синего ольхового листоеда *Agelastica alni*. 31. Анам. *Metarhizium rileyi* (Farlow) Kepler, S.A. Rehner et Humber (анам. син. *Nomuraea rileyi* (Farl.) Samson). – Паразит гусениц чешуекрылых; неоднократно отмечался в ряде областей европ. ч. России и в Приморском крае [1, 2], но на всем Кавказе пока найден лишь 1 экз. в СНП в ноябре 2013 г. вблизи Ореховских водопадов. 32. *Moelleriella libera* (Syd.) Chaverri et M. Liu (син. *Hypocrella libera* Syd., анам. син. *Aschersonia aleyrodidis* Webber). – Гриб был интродуцирован полвека назад в Аджарию для биоконтроля цитрусовой белокрылки, акклиматизировался и распространился вдоль побережья Черного моря севернее; в окрестностях Сочи крайне редок (в 1982 и 1999 гг. несколько экз. было собрано нами около Адлера), но в Абхазии, южнее Гагр, на цитрусовых плантациях является местами массовым видом. 33. *Tolyposcladium inflatum* W. Gams (син.: *Cordyceps subsessilis* Petch, *Elaphocordyceps subsessilis* (Petch) G.H. Sung, J.M. Sung et Spatafora). – Паразитирует в личинках жуков; телеоморфа крайне редка, в бывшем СССР ее ни разу не находили, но анаморфа периодически выделяется на питательные среды из почвенных образцов в разных областях страны. В СНП был выделен несколько раз из почв из окрестностей Красной Поляны (хр. Ачишхо и Аибгинский). 34. *Tolyposcladium album* (W. Gams) Quandt, Kepler et Spatafora (анам. син. *Chaunorhynchus alba* W. Gams). – Выделен 1 раз из почвенного образца, взятого недалеко от Агурских водопадов. Редкий вид.

Сем. Ophiocordycipitaceae: 35. Анам. *Hirsutella dipterigena* Petch – 1 экз. найден на имаго мухи в окрестностях Лазаревского в октябре 1999 г. Вероятно, редкий вид. 36. *Ophiocordyceps clavulata* (Schwein.) Petch (син. *Cordyceps clavulata* Schwein.). – В Краснодарском крае часто встречается на акациевой ложнощитовке на ветках свидины по берегам рек Ходзи и др. в Мостовском районе [3]; в СНП за многие годы найдено несколько экземпляров на этом хозяине в локальной точке около пос. Лазаревского в августе 1994 г. 37. *Ophiocordyceps corallomyces* (Möller) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones et Spatafora (син. *Cordyceps corallomyces* Möller). – Узкоспециализированный паразит мух-ксилофагид в валежной древесине. Название вида приводится по работе Э. З. Коваль [6], считающей неправильным отождествление его с *C. variabilis* Petch (→ *Ophiocordyceps variabilis* (Petch) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones et Spatafora) – паразитом личинок жуков. Вид известен из Южной и Северной Америки (Бразилия, США, Канада), Африки (Конго), Японии, Южной Кореи. В России часто встречается в Приморском крае [3, 6], позже был найден (единичные экземпляры) в Краснодарском крае в Мостовском районе и в СНП (Свирское ущелье в окрестностях Лазаревского) [3]; имеются сборы из Абхазии (Ткуарчельский р-н) [3]; в августе 2013 г. был обнаружен в заповеднике «Калужские засеки» (Борисов, неопубликов. данные); в последние годы несколько образцов собрано на ксилофагидах в окрестностях Новосибирска (В.Ю. Крюков, ИСиЭЖ СО РАН, персональные сведения) и в Новгородской области (Е.С. Попов, БИН РАН, персон. свед.). 38. *Ophiocordyceps entomorrhiza* (Dicks.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones et Spatafora (син. *Cordyceps entomorrhiza* (Dicks.) Fr., анам. син. *Hirsutella eleutheratorum* (Nees) Petch). – Анаморфа периодически встречается на личинках и имаго жуков-жужелиц в лесной подстилке и валежной древесине во влажных ущельях в разных точках СНП. 39. *Ophiocordyceps larvicola* (Quél.) Van Vooren (син. *Cordyceps larvicola* Quél.). – Гриб описан из Франции, позже найден в Африке (Конго); в России известны 2 находки – в Московской области и в окрестностях Красной Поляны [6]. Других данных нет. Вероятно, редкий вид. 40. Анам. *Purpleocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-

ard, Houbraeken, Hywel-Jones et Samson (син. *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson). – Паразит на питательные среды из почвенных образцов, собранных в разных местах СНП. нематод. Периодически, но не часто выделялся

### Список литературы

1. Борисов Б. А. Возбудители микозов беспозвоночных заповедники «Калужские засеки»: результаты исследований на Южном участке и прилегающих территориях // Труды гос. прир. запов. «Калужские засеки». Вып. 2. Калуга: Эйдос, 2012. С. 29–73.
2. Борисов Б. А., Александрова А. В. Зоопаразитические кордиципитоидные грибы Московской области // Современная микология России. 3 съезд микологов России. М.: Национальная Академия микологии, 2012. С. 105–106.
3. Борисов Б. А., Жирков В. М., Глунов В. В. и др. Роль Лазовского заповедника в сохранении биоразнообразия грибов сем. Clavicipitaceae – потенциальных продуцентов биопестицидов и фармацевтических препаратов // Труды Лазовского гос. природ. заповед. им. Л. Г. Капланова. Владивосток: Русский Остров, 2005. С. 27–56.
4. Борисов Б. А., Лиховидов В. Е., Володина Л. И. и др. Грибы рода Cordyceps как объекты медицинской биотехнологии, их ресурсы в России и проблемы сохранения *ex situ* // Успехи медиц. микологии. Т. 7. / под ред. Ю. В. Сергеева. М.: Национальная Академия микологии, 2006. С. 272–275.
5. Инвентаризация основных таксономических групп и сообществ, созологические исследования Сочи́нского национального парка – первые итоги первого в России национального парка : монография / под ред. Б. С. Туниева. М.: Престиж, 2006. 304 с.
6. Коваль Э. З. Клавипитальные грибы СССР. Киев: Наукова Думка, 1984. 287 с.
7. Ciferri R., Redaelli P. Posizione sistematica ed affinità dell' *Aegerita webberi* // Mycopathol. 1943. Vol. 3. P. 343–345.

**B. A. Borisov**

*Centre of Parasitology of A. N. Severtsov Institute of Ecology  
and Evolution,  
Moscow  
e-mail: borborisov@mail.ru*

### ZOOPARASITIC CORDYCIPTOID FUNGI (ASCOMYCOTA, HYPOCREALES) OF SOCHI NATIONAL PARK AND ADJACENT AREAS

**Summary.** Targeted studies of the cordycipitoid fungi (Ascomycota, Hypocreales: Cordycipitaceae, Clavicipitaceae and Ophiocordycipitaceae) infecting invertebrates were realized in Sochi National Park and adjacent areas (Russia, Krasnodarsky Region) in 1982–2014. Total number of registered species was 40 including those found in asexual stage of development.

**В. С. Боталов,**

**Л. Г. Переведенцева, А. А. Денисов**

*Пермский государственный национальный  
исследовательский университет  
г. Пермь, Россия  
e-mail: perevperm@mail.ru*

### МОНИТОРИНГ АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ СОСНЯКА ЛИШАЙНИКОВО-ВЕЙНИКОВОГО

Многолетние стационарные исследования позволяют количественно оценить и выявить структуру грибных сообществ, проследить за изменением отношений между компонентами биогеоценоза, что необходимо для познания функционирования экосистем.

В Пермском крае, в подзоне южной тайги (Добрянский административный район, окрестности ООПТ «Верхняя Кважва»), мониторинг агарикоидных базидиомицетов проводится стационарным методом в 10 типах леса. Первый период исследований был проведен в 1975–1977 гг., второй – в 1994–1996 гг., третий – в 2010–2012 гг. [3]. Наши исследования, проведенные в 2010–2012 гг., сравнивались с данными предыдущих периодов наблюдений. Учет видового разнообразия, количества и биомассы базидиом проводился один раз в декаду, в августе-сентябре. Степень сходства биогеоценозов по видовому составу вычислялась по формуле Жаккара [1]:  $J = \frac{c \times 100}{a + b - c}$ , где  $J$  – индекс общности,  $c$  – число общих видов в двух сравниваемых ценозах;  $a, b$  – количество видов грибов в каждом из биогеоценозов. Список видов агарикоидных базидиомицетов расположен по системе, принятой М. Мозером [4], так как первые списки видов грибов были составлены в соответствии с этой системой.

Сосняк лишайниково-вейниковый располагается на дюнных всхолмлениях третьей бортовой террасы реки Камы, на месте частично выгоревшего соснового леса. Возраст его около 75–95 лет. Состав древостоя 9С1Б. Сомкнутость крон – 0,4. В подросте, состоящем из *Pinus sylvestris*, изредка встречается *Larix sibirica*. Подлесок не выражен. В травяном ярусе, проективное покрытие которого составляет около 20 %, преобладают *Calamagrostis epigeios* и *Calamagrostis arundinacea*. Лишайниковый покров почти сплошной, состоит в основном из видов рода *Cladonia*. Изредка встречаются зеленые мхи – *Dicranum* sp., *Polytrichum piliferum*. Валежника очень мало. Почва дерново-подзолистая, супесчаная [3].

#### Результаты исследований

В сосняке лишайниково-вейниковом за все периоды наблюдений выявлено 194 вида и внутривидовых таксона агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 45 родам и 14 семействам. В III период исследований отмечено 62 вида грибов, ранее не встречавшихся на исследуемой территории и 8 видов грибов, ранее не встречавшихся на территории Пермского края: *Cortinarius depressus*, *Cortinarius holophaeus*, *Cortinarius inamoenus*, *Cortinarius rubricosus*, *Corti-*

*narius saniosus*, *Cortinarius tubulipes*, *Cortinarius vespertinus*, *Inocybe margaritispora*.

Ведущими семействами по числу видов за все время наблюдений являются сем. Cortinariaceae (72 вида или 37,2 % от общего числа видов), Tricholomataceae (48 видов или 24,8 %) и Russulaceae (24 вида или 12,4 %). Семейство Boletaceae содержит 15 видов или 7,7 %. Остальные семейства содержат от 1 до 8 видов грибов, что составляет в сумме 35 видов или 17,9 %. Для Пермского края отмечается преобладание видов сем. Tricholomataceae во всех ботанико-географических районах [2], однако для сосняка лишайниково-вейникового идентифицировано соотношение трех ведущих семейств, характерное для северных широт.

В разные периоды исследований лидирующими семействами по числу видов были сем. Cortinariaceae, Tricholomataceae и Russulaceae, изменялось лишь их соотношение. Так, ко II периоду исследований наблюдается увеличение доли этих трех лидирующих семейств и к III периоду исследований эта динамика сохраняется для сем. Cortinariaceae и Tricholomataceae. Для сем. Russulaceae отмечается уменьшение доли, которая уравнивается с долей сем. Boletaceae. Значительно преобладающим по числу видов к III периоду становится сем. Cortinariaceae, в основном за счет увеличения количества видов рода *Cortinarius*. О значительной смене видового состава грибов свидетельствуют индексы общности по грибам между периодами наблюдений ( $J_{I-II} = 33$ ;  $J_{II-III} = 28$ ;  $J_{I-III} = 37$ ). Следует отметить, что существенного изменения видового состава растений не произошло ( $J_{I-II} = 96$ ;  $J_{II-III} = 70$ ;  $J_{I-III} = 73$ ).

За все время исследований было отмечено 7 эколого-трофических групп грибов: микоризообразователи, ксилотрофы, подстилочные и гумусовые сапротрофы, бриотрофы, копротрофы и микотрофы. Наиболее распространены микоризообразователи, составляющие 60,3 % (117 видов) от общего видового разнообразия грибов. Ко II и далее к III периодам исследований наблюдается увеличение числа видов микоризных грибов и изменение их видового состава ( $J_{I-II} = 33$ ;  $J_{II-III} = 37$ ;  $J_{I-III} = 27$ ), хотя в процентном отношении доля микоризных грибов почти не изменилась. Это в основном микоризообразователи сосны обыкновенной,

относящиеся к сем. Cortinariaceae, Russulaceae и Boletaceae.

На втором месте по видовому разнообразию находятся подстилочные сапротрофы, составляющие 21,6 % (42 вида) от общего числа видов. В основном, это грибы из сем. Tricholomataceae, Entolomataceae, Agaricaceae и другие. Видовой состав данной группы также претерпел некоторые изменения ( $J_{I-II} = 44$ ;  $J_{II-III} = 36$ ;  $J_{I-III} = 37$ ), однако доли этой группы в составе микобиоты разных периодов практически не изменились. Большинство видов подстилочных сапротрофов встречались во все периоды исследований.

Группа ксилотрофов составляет 11,9 %, или 23 вида от общего количества грибов. Прежде всего это такие виды как *Mycena galericulata*, *Xeromphalina campanella*, *Gymnopilus picreus*, *Pleurotus pulmonarius* и другие. Среди ксилотрофов отмечается приуроченность к определенным древесным породам. Число видов данной группы по периодам исследований подвергалось незначительным изменениям, однако видовой состав менялся довольно существенно ( $J_{I-II} = 18$ ;  $J_{II-III} = 27$ ;  $J_{I-III} = 21$ ).

Группа бриотрофов составляет 3,6 % или 7 видов от общего видового разнообразия грибов. Ко II периоду исследований видовой состав бриотрофов несколько изменился, главным образом, за счет появления новых видов рода *Galerina* ( $J_{I-II} = 17$ ). К III периоду исследований существенных изменений в данной группе не произошло ( $J_{II-III} = 67$ ).

Доля других эколого-трофических групп невелика (2,6 % или 5 видов от состава микобиоты). Из гумусовых сапротрофов найдены *Conocybe tenera*, *Psathyrella fatua* и *Psilocybe montana*, что связано с низкой плодородностью почвы хвойных лесов. Группа копротрофов представлена одним видом – *Coprinus miser*, а группа микотрофов – *Collybia tuberosa*, которая принимает участие в разложении грибов сем. Russulaceae.

За все время исследований было выявлено 17 доминирующих видов грибов по числу базидиом и 20 видов, доминирующих по биомассе. Большинство доминантов исследуемого биогеоценоза имеют крупные плодовые тела. Видовой состав доминантов как по биомассе, так и по числу базидиом, довольно существенно меняется к III периоду исследований, что свя-

зано как с появлением на исследуемой территории новых видов, так и с массовым развитием грибов, встречавшихся ранее лишь одиночно. Количество доминантов варьировало по периодам от 11 до 13 видов (по биомассе: 7–10 видов; по числу базидиом: 7–9 видов).

Доминирующие виды грибов, выявленные в сосняке лишайниково-вейниковом, относятся к двум эколого-трофическим группам: микоризообразователи (23 вида, или 85 % от количества всех обнаруженных доминантов) и подстилочные сапротрофы (4 вида, или 15 %). Доминанты только по числу базидиом относятся к двум эколого-трофическим группам, причем значительную часть составляют микоризные грибы, а доминанты только по биомассе относятся лишь к микоризным грибам.

Ежегодные урожаи грибов существенно различаются по годам наблюдений и отражают погодные условия. Самым урожайным был II период наблюдений, когда отмечалось массовое развитие грибов с крупными плодовыми телами (*Lactarius rufus*, *Cortinarius heterosporus* и другие). В III период наблюдений (особенно в 2010 г.) отмечаются самые низкие показатели урожайности. Самыми неблагоприятными для развития грибов оказались 1975, 2010 и 2011 г. как наиболее засушливые. Наиболее урожайным оказался прохладный и влажный 1994 г., а также теплый и влажный 2012 г.

#### Выводы

1. В сосняке лишайниково-вейниковом за все время исследований (1975–2012 гг.) выявлено 194 вида и внутривидовых таксона агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 45 родам и 14 семействам. В III период наблюдений отмечено 62 вида грибов, ранее не встречавшихся на исследуемой территории и 8 видов грибов, ранее не встречавшихся на территории Пермского края.

2. Ведущими семействами по числу видов как за все время наблюдений, так и в отдельные периоды исследований являются сем. Cortinariaceae, Tricholomataceae и Russulaceae, что отражает бореальный характер микобиоты.

3. За все время исследований было отмечено 7 эколого-трофических групп грибов. Наибольшее распространение во все периоды исследований имеют микоризные грибы, видовой состав которых существенно меняется по

периодам наблюдений. Наиболее стабилен видовой состав подстилочных сапротрофов.

4. Видовой состав доминантов как по биомассе, так и по числу базидиом, довольно существенно меняется. Количество доминантов варьировало по периодам от 11 до 13 видов (по биомассе: 7–10 видов; по числу базидиом: 7–9 видов).

5. Доминирующие виды грибов относятся к двум эколого-трофическим группам. Большая

часть доминантов по числу базидиом является микоризными грибами. Доминанты по биомассе являются только микоризными грибами.

6. Ежегодные урожаи грибов существенно различаются по годам наблюдений и отражают погодные условия. Так, наиболее высокие урожаи грибов отмечаются во II период исследований, а наиболее низкие – в III период.

#### Список литературы

1. *Грейг-Смит П.* Количественная экология растений / пер. с англ. М.: Мир, 1967. 359 с.
2. *Переведенцева Л. Г.* Агарикоидные базидиомицеты Пермского края // Грибные сообщества лесных экосистем. Т. 3. М.; Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. С. 96–117.
3. *Переведенцева Л. Г.* Некоторые аспекты мониторинга агарикоидных базидиомицетов в лесных ценозах Центрального Прикамья // Грибные сообщества лесных экосистем : материалы координационных исследований. М.; Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. С. 156–180.
4. *Moser M.* Die Rohrlinge und Blätterpilze (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales) // Kleine Kryptogamenflora. Bd. 2b. 2. Stuttgart, New York. 1983. 533 s.

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

Perm State National Research University, Perm  
e-mail: perevperm@mail.ru

#### MONITORING OF AGARICS OF LICHEN-REEDGRASS PINE FOREST

**Summary.** Agarics have been monitored with a stationary method since 1975 until the present in the lichen-reedgrass pine forest (the Perm Territory, the southern taiga subzone). 1<sup>st</sup> period of monitoring – 1975–1977; 2<sup>nd</sup> – 1994–1996; 3<sup>rd</sup> – 2010–2012. 194 species of agarics were found during all the periods. Plants composition has been changing greatly (Jaccard index:  $J_{I-II} = 33$ ;  $J_{II-III} = 28$ ;  $J_{I-III} = 37$ ). Yet mushrooms composition has been rather stable ( $J_{I-II} = 96$ ;  $J_{II-III} = 70$ ;  $J_{I-III} = 73$ ). Most species

are in families Cortinariaceae, Tricholomataceae and Russulaceae. Mycorrhiza mushrooms prevail (60.3 %).

In the Perm region in the southern taiga subzone monitored agaricoid Basidiomycetes stationary method since 1975. Presents some data for pine lichen-reed species composition of fungi, ecological and trophic groups and the dominant species of fungi.

Е. Н. Бубнова, О. П. Коновалова

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: katya.bubnova@wsbs-msu.ru

#### ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ДОННЫХ ГРУНТОВ ЧУКОТСКОГО МОРЯ\*

Донные грунты – один из наиболее богатых и разнообразных в отношении состава грибов морских экотопов. О грибах в Арктических

морях до настоящего времени имеется чрезвычайно мало сведений, в том числе относительно мало известно об их приспособленности к ус-

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 15–04–02722а).

ловиям обитания. Мы представляем первое исследование экофизиологических особенностей грибов, выделенных из донных грунтов холодноводного арктического Чукотского моря.

В ходе исследования микобиоты донных илов Чукотского моря (август-сентябрь 2012 г., рейс судна «Профессор Хромов», программа RUSALCA-2012) из 22 образцов грунтов, было выделено 150 культур мицелиальных грибов. Часть из них мы использовали в тестировании на приспособленность к условиям обитания. В качестве таких условий мы выбрали следующие: пониженная температура, повышенная соленость, альтернативные источники углерода типично морского происхождения. Все тесты были разбиты на две группы. Первая группа – исследование роста культур на средах разной солености (0, 35 и 50 ‰), в присутствии двух альтернативных источников углерода – сахарозы и вытяжки из талломов бурой водоросли *Saccharina* и при двух температурах (+6 °C и +26 °C). Контролем служила голодная агаризованная среда, на двух температурах. Таким образом были исследованы 60 стерильных и спороносящих культур, каждая из которых была высеяна 1 уколом в центр чашки, в двух повторностях, на 14 вариантов опыта каждая. Фиксировали диаметр колоний на 10 сутки роста, далее оставляли чашки с культурами до срока 4 недель на случай образования спороношений. Вторая группа экспериментов – исследование особенностей прорастания спор в зависимости от условий среды. Такими условиями были приняты температура, соленость и источник углерода. Споры помещали в каплю соответствующего раствора на предметное стекло, накрывали и инкубировали во влажной камере. Исследовали прорастание спор при соленостях 0, 5, 10, 25, 35, 50 и 100 ‰ в 0,4 % растворе сахарозы и в вытяжке из талломов бурой водоросли *Saccharina* при соленостях 25 и 35 ‰, при температуре +6 °C и +26 °C. Контролем служила вода без источника углерода. Таким образом были исследованы 30 культур, споры каждой из которых участвовал в 20 вариантах эксперимента. Стекла анализировали через 24 ч, в случае непрорастания (на холоде) – через каждые 24 ч, до прорастания хотя бы в одном из вариантов, но не более 7 суток. Отмечали следующие особенности для каждого

варианта: относительное обилие проросших спор из 20 полей зрения; среднюю длину проростков из 20 полей зрения; максимальную длину проростков из 20 полей зрения; топографию прорастания (край стекла, центр стекла); ветвление, спорообразование.

Анализ результатов тестов на рост колоний в различных условиях привел к следующим заключениям: среди тестированных культур не обнаружено явных психрофилов. Хотя отсутствие роста к 10 суткам при температуре +6 °C продемонстрировали только два изолята *Aspergillus flavus*, большинство из тестированных культур имели при культивировании на холоде колонии в 10–20 раз меньшего диаметра, чем при комнатной температуре. Это относится к некоторым стерильным, к видам рода *Penicillium*, *Cladosporium*. Исключение составил такой северный вид, как *Geomyces pannorum*, *Trichoderma viride* и отдельные стерильные изоляты, у которых уменьшение диаметра колоний при культивировании на холоде составило не более 2–3 раз. Использованные источники углерода очень мало влияли на рост колоний – на вытяжке из ламинарии все изоляты росли не хуже, чем на сахарозе, и в любом случае лучше, чем на голодной среде. Соленость в исследованных пределах по-разному влияла на рост колоний различных изолятов. Большинство изолятов имели примерно одинаковый диаметр колоний и при 0 ‰, и при 50 ‰. Некоторые при повышении солености демонстрировали более быстрый рост – *Aspergillus*, *Cladosporium*, некоторые стерильные. Были также и такие, чей рост снижался при повышении солености среды, но ни у одного изолята рост не прекращался. По сумме показателей можно констатировать, что практически все тестированные изоляты принципиально способны развиваться в соленой среде при пониженной температуре, а также использовать типичные и специфичные для морской среды полисахариды. Пониженные температуры, скорее всего, являются основным лимитирующим фактором для роста большинства изолятов. Очевидно, проанализированные факторы действуют в комплексе. Например, для нескольких культур отмечено заметное снижение скорости роста при пониженной температуре и увеличении солености, не отмеченное при комнатной температуре.



В природных условиях на грибы влияет больше различных факторов, и там, очевидно, система взаимоотношения колонии с окружающим миром устроена значительно сложнее, чем в наших экспериментах.

Анализ результатов тестов на прорастание спор показал следующее: в предложенных условиях при отсутствии в среде источников углерода в первые 7 суток не проросли споры ни одного изолята. Споры некоторых изолятов к окончанию этого срока заметно увеличивались в размерах, но не почковались и не давали ростковых трубок. Видимо, на первых этапах развития наличие в среде пригодных для утилизации сахаров является основным лимитирующим фактором для прорастания спор исследованных изолятов. Возможно, с этим также связан описанный в литературе микостатический эффект морской воды, которому приводятся различные объяснения, одно из которых – чрезвычайно низкая концентрация и мозаичное распространение пригодной для грибов органики. Пониженная температура также является важным фактором, ограничивающим развитие грибов. Так, у большей части тестированных культур прорастание спор при инкубации на холоде происходило не ранее вторых суток, зачастую только на 3–5 сутки. К этому времени и средняя и максимальная длина проростков, образовавшихся при инкубации при комнатной температуре, в несколько раз превышала их длину при холодной инкубации. Концентрация проросших спор при этом могла быть такой же или меньшей, в зависимости от изолята. При этом споры большинства исследованных культур, хоть и медленно, но развивались. К 7 суткам на холоде не проросли конидии только одного изолята – *Aspergillus flavus*.

Что касается источника углерода, то в предложенных условиях споры всех культур практически одинаково проросли и с сахарозой, и с вытяжкой из ламинарии. Соленость по-разному влияла на прорастание спор разных видов. Для многих 100 ‰ ограничивала развитие, для нескольких прекращала его. В пределах 0–35 ‰ большинство изолятов проросло практически одинаково. Отметим еще два факта: все исследованные культуры проросли гифами, и никто не почковался. Более интенсивное развитие во всех случаях наблюдается по краю стекла; ближе к центру или вообще отсутствует прорастание, или оно выражено слабее, чем у края стекла. Объяснение этому мы видим в необходимости достаточного количества кислорода в среде для прорастания спор исследованных видов. Таким образом, споры всех исследованных изолятов способны развиваться в морских условиях, а основными ограничивающими факторами будут служить отсутствие доступной органики и пониженная температура среды.

В нашей работе впервые описаны экофизиологические особенности грибов, выделенных из донных грунтов холодноводного арктического Чукотского моря. Тестирование роста культур и прорастания конидий показало, что все исследованные изоляты способны развиваться при повышенной солености и использовать в качестве источника углерода типично морские полисахариды водорослей. Основными ограничивающими развитие факторами являются пониженная температура и недостаток в среде пригодной органики.

Авторы выражают признательность д. б. н. К. Н. Кособоковой (ИО РАН им. П. П. Ширшова) за организацию сбора материала.

**А. В. Власенко**

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН  
г. Новосибирск, Россия  
e-mail: anastasiamix81@mail.ru

## CRIBRARIA LEPIDA В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ\*

Первое упоминание о *Cribraria lepida* Meyl как о новом виде для науки встречается в статье Чарльза Майлана (Meylan Charls) «Recherches

sur les Mухомycetes du Jura en 1925–26». В статье приводится диагноз вида и достаточно полное описание места сбора полевых образцов [5].

© Власенко А. В., 2015

Далее рядом исследователей *C. lepida* была отмечена в Европе (Германия, Нидерланды, Франция, Швеция), Северной Америке (США), Южной Америке (Аргентина, Бразилия, Мексика), Африке (Нигерия), на острове Пуэрто-Рико, на Панамском перешейке и на Гавайских островах [1–4, 6–8].

На основе собственных наблюдений и литературных данных отмечено, что *C. lepida* относится к ксилобионтному и подстилочному субстратным комплексам и чаще всего встречается в регионах с экстремальными микроклиматическими условиями, где имеется резкое суточное колебание температуры и влажности.

Для территории России данный вид впервые был отмечен в 2011 г. на юге Западной Сибири в Алтайском крае, окр. п. Тальменка, пойма р. Чумыш. Образцы *C. lepida* были получены методом «влажных камер» при культивировании коры и листовенного опада *Salix alba* L.

Вторая находка *C. lepida* была сделана в 2014 г. на юге Западной Сибири в Новосибирской области, окр. п. Новососедово, на территории памятника природы областного значения «Каменистая степь у села Новососедово». Образцы данного вида были получены методом «влажных камер» травяного и листовенного опада.

Гербарный материал хранится в фондах лаборатории низших растений ЦСБС СО РАН, номера гербарных образцов AV 2549, 2548, 6579, 6570.

Ниже приводится описание выявленных образцов *C. lepida*.

Спорангии рассеянные, на длинных ножках, прямостоячие, иногда поникшие, фиолетовые, 0,1–0,3 мм в диаметре, до 3 мм высотой. Ножка шиловидная, длинная, тонкая, темно-фиолетовая, черная, непрозрачная в проходящем свете, занимает до 80 % от общей высоты спорангия. В проходящем свете ножка оранжево-коричневая. Споротека шаровидная. Перидий сохраняется в виде нитей и чашечки. Перидий содержит темно-фиолетовые гранулы до 1,0–1,5 мкм диаметре. Чашечка фиолетовая, небольшая, иногда плоская, блюдцевидная, занимает до 1/4 части споротеки, край чашечки неровный, с выступами, переходящими в сеть нитей. Сеть нитей хорошо развита, узелки подушковидные вытянутые, изогнутые, неправильной формы, края узелков закругленные. Узелки заполнены диктидиновыми гранулами и соединены между собой тонкими нитями. Споровый порошок фиолетовый. Споры 6–7 мкм, шаровидные, бородавчатые, в проходящем свете светлые, имеют слабовыраженный фиолетовый оттенок.

*C. lepida* отличается от широко распространенного вида *C. violacea* Rex размером и формой чашечки, строением сети нитей, формой узелков. У последнего чашечка кубковидная, глубокая, занимает от 1/2 до 2/3 споротеки, узелки большие плоские, угловатые. Споры *C. violacea* в проходящем свете сиреневые, более ярко окрашенные, чем у *C. lepida*.

### Список литературы

1. Bezerra M. F. A., Da Silva W. M. T., Cavalcanti L. H. Coprophilous myxomycetes of Brazil: first report. *Revista Mexicana de Micología*. 2008. Vol. 27. P. 29–37.
2. Gabel A., Ebbert E., Gabel M., Zierer L. A Survey of Myxomycetes from the Black Hills of South Dakota and the bear lodge mountains of Wyoming. *Proceedings of the South Dakota Academy of Science*. 2010. Vol. 89. P. 45–67.
3. Lado C., De Basanta D. W. A Review of Neotropical Myxomycetes (1828–2008). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 2008. Vol. 65. Iss. 2. P. 211–254.
4. Lado C., Wrigley de Basanta D., Estrada-Torres A. Biodiversity of Myxomycetes from the Monte Desert of Argentina. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 2011. Vol. 68. Iss. 1. P. 61–95.
5. Meylan Ch. Recherches sur les Myxomycètes du Jura en 1925–26. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* Vol. 56. Iss. 219. P. 319–328.
6. Ndiritu G. G., Winsett K. E., Spiegel F. W., Stephenson S. L. A checklist of African Myxomycetes. *Mycotaxon*. 2009. Vol. 107. P. 353–356.
7. Schinz H. Plasmodiophorales und Myxogasteres. *Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft*. 1928. Vol. 37. P. 67–70.
8. Van Hooff H. A Standard List of names for the Dutch species of Myxomycetes. *Coolia*. 2006. Vol. 49. Iss. 4. P. 204–219.

## CRIBRARIA LEPIDA IN WESTERN SIBERIA

**Summary.** Was studied the distribution and morphological description given species *Cribraria lepida* identified by a «moist chamber» on subs-

trates collected in Western Siberia. It was noted that this species belongs to decaying wood and litter substrate complex.

С. В. Волобуев<sup>1</sup>, М. В. Окунь<sup>1</sup>,  
А. В. Ордынец<sup>2</sup>, В. А. Спирин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Университет г. Кассель, Германия

<sup>3</sup>Хельсинкский университет, Финляндия  
e-mail: sergvolobuev@binran.ru

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ PHANEROCHAETE  
SORDIDA-КОМПЛЕКСА (POLYPORALES, BASIDIOMYCOTA)  
В УМЕРЕННОЙ ЗОНЕ ЕВРАЗИИ\*

Вид *Phanerochaete sordida* (P. Karst.) J. Erikss. et Ryvarden относится к числу достаточно трудных в определении филогенетического положения и очевидно «сборных» таксонов среди кортициоидных базидиомицетов, составляющих основную часть ксилотрофного блока микобиоты лесных экосистем [1, 2]. Представители *Ph. sordida* чрезвычайно широко распространены в умеренной климатической зоне Северного полушария, развиваются на валежной древесине всех стадий разложения как преимущественно лиственных, так и хвойных пород в различных типах лесных экосистем. С точки зрения современного понимания морфологических границ *Ph. sordida* [3], ключевой характеристикой его плодовых тел является наличие более или менее толстостенных субикулярных гиф, ветвящихся под прямым углом и растущих в различных направлениях, формируя при этом хорошо связанный, но достаточно рыхлый контекст. Другие элементы строения (отсутствие пряжек на базальных гифах, форма, размеры и количество цистид в гимениальном слое) чрезвычайно изменчивы. Особое внимание следует обратить на различную химическую природу инкрустации (кристаллическая или смолистая) цистид и разную качественную реакцию

(изменение окраски или отсутствие реакции) гименофора при контакте с раствором щелочи (KOH) у образцов плодовых тел, собранных в различных экологических условиях.

Замечания о значительной вариации макро- и микроморфологических признаков плодовых тел были сделаны уже при описании вида: J. Eriksson и L. Ryvarden [6] обращали внимание на весьма вероятное существование различных «линий» в таксономическом делении *Ph. sordida*, признавая, что имеющиеся у них таксономические, основанные главным образом на микроскопическом строении маркеры не позволяют провести такое деление. Несколько позже Н. Н. Burdsall [4] при монографической обработке рода *Phanerochaete* также подтвердил существование проблемы разграничения видов в *Ph. Sordida*-группе, указав на необходимость дальнейших исследований этого «сборного» таксона. Однако последующие работы с данным грибным объектом были посвящены изучению его ферментативной активности и выявлению генов, отвечающих за выработку марганцевых пероксидаз [8, 9], возможностям использования штаммов этого вида в биоремедиации отходов [7] и другим прикладным аспектам, без внимания к во-

© Волобуев С. В., Окунь М. В., Ордынец А. В., Спирин В. А., 2015

просу о существовании криптических видов в пределах *Ph. Sordida*-комплекса. Единственным приближением к рассматриваемой таксономической проблеме является выявление двух генетически различающихся групп в пределах «морфовида» *Ph. sordida* на участке ITS ядерной ДНК [5]. Вместе с тем данное различие было установлено при изучении филогенетических взаимоотношений в роде *Phanerochaete* только на основе молекулярных маркеров без соотнесения их с какими-либо морфологическими и/или экологическими признаками.

В рамках настоящего исследования проведено критическое микроморфологическое изучение более 70 гербарных образцов, собранных в различных регионах умеренной зоны Евразии (Россия (Европейская часть, Урал, Дальний Восток), Германия, Израиль, Иран, Украина, Финляндия, Эстония) и идентифицированных российскими и зарубежными специалистами как *Ph. sordida*. Кроме того, исследованы типовые образцы названий грибов, рассматриваемых в настоящее время в качестве синонимов *Ph. sordida* [3] – *Corticium cremeum* Bres., *C. eichlerianum* Bres., *C. sordidum* P. Karst., *Grandiniella livescens* P. Karst. Большинство изученных образцов хранится в фондах Микологического гербария БИН РАН (LE) (Санкт-Петербург), а также в гербарии Финского музея естественной истории Университета г. Хельсинки (H) (Финляндия). Остальные образцы были запрошены из гербариев AR, CWU, INEP, OHNI, S, TAA, VLA. Выполнены детальные описания гифальных и гимениальных структур, подготовлены оригинальные иллюстрации. В ре-

зультате были показаны достоверные различия между двумя группами образцов, относящихся к комплексу *Ph. sordida*, в отношении формы и ширины базидиоспор, а также формы и инкрустации цистид. Кроме того, выявлены ошибочно идентифицированные образцы с указанием корректно исправленных видовых названий («*notae criticae*») по возвращении материала в места постоянного хранения. Среди таксонов, которые неверно были отнесены к *Ph. sordida*, оказались *Phanerochaete laevis*, *Ph. magnoliae*, *Ph. pallida*, *Ph. raduloides*, *Ph. velutina*.

По итогам молекулярного изучения образцов, относящихся к *Ph. Sordida*-комплексу, получены аутентичные нуклеотидные последовательности нескольких участков ярДНК: для 43 образцов секвенированы последовательности ITS1–5.8S–ITS2 области ярДНК [10], для 9 образцов – последовательности гена большой субъединицы рибосомы (28S LSU), для 10 образцов – кодирующие последовательности генома (ген фактора элонгации трансляции *tef1*). Выполнен первичный филогенетический анализ данных, на основании которого можно выделить 5 кластеров, характеризующихся высокими значениями бутстрэпа и апостериорной вероятности, провизорно соответствующих 5 таксонам видового уровня. Следует отметить, что каждая филогенетическая клада коррелирует с определенным экоморфотипом, выделяемым на основе не только микроскопического анализа, но и субстратной характеристики и географического происхождения образцов *Ph. sordida* и морфологически близких таксонов этого рода.

### Список литературы

1. Змитрович И. В. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые, вып. 3. Семейства ателиевые и амиллортициевые. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 278 с.
2. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. 232 с.
3. *Bernicchia A., Gorjón S. P. Fungi Europaei. Vol. 12. Corticiaceae s. l. Alassio: Edizioni Candusso, 2010. 1008 p.*
4. *Burdsall H. H. Jr. A contribution to the taxonomy of the genus Phanerochaete (Corticiaceae, Aphyllophorales) // J. Cramer Publisher, 1985. 165 p.*
5. *De Koker T. H., Nakasone K. K., Haerhof J., Burdsall H. H. Jr., Janse B. J. H. Phylogenetic relationships of the genus Phanerochaete inferred from the internal transcribed spacer region // Mycological Research. 2003. Vol. 107, Is. 9. P. 1032–1040.*
6. *Eriksson J., Hjorstam K., Ryvarde L. Mycoaciella – Phanerochaete // The Corticiaceae of North Europe. Oslo: Fungiflora, 1978. Vol. 5. P. 889–1050.*
7. *Lim Y.W., Baik K.S., Chun J., Lee K. H., Jung W. J., Bae K. S. Accurate Delimitation of Phanerochaete chrysosporium and Phanerochaete sordida by Specific PCR Primers and Cultural Approach // J. of Microbiology and Biotechnology. 2007. Vol. 17, Is. 3. P. 468–473.*

8. Rajakumar S., Gaskell J., Cullen D., Lobos S., Karahanian E., Vicuna R. Lip-like genes in *Phanerochaete sordida* and *Ceriporiopsis subermispora*, white rot fungi with no detectable lignin peroxidase activity // Applied and Environmental Microbiology. 1996. Vol. 62. P. 2660–2663.

9. Ruttimann-Johnson C., Cullen D., Lamar R. T. Manganese peroxidase of the white rot fungus *Phanerochaete sordida* // Applied and Environmental Microbiology. 1994. Vol. 60. P. 599–605.

10. Volobuev S. V., Okun M. V. Molecular diversity of the *Phanerochaete sordida*-species complex based on ITS sequence data in extratropical Eurasia // Book of Abstracts of the 10th International Mycological Congress. Bangkok, 2014. P. 832.

S. V. Volobuev<sup>1</sup>, M. V. Okun<sup>1</sup>,  
A. V. Ordynets<sup>2</sup>, V. A. Spirin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg

<sup>2</sup>University of Kassel, Germany

<sup>3</sup>University of Helsinki, Finland

e-mail: sergvolobuev@binran.ru

### MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR DIVERSITY OF THE *PHANEROCHAETE SORDIDA* COMPLEX (*POLYPORALES*, *BASIDIOMYCOTA*) IN TEMPERATE EURASIA

**Summary.** Based on a morphological study of more than 70 herbarium specimens (AR, CWU, H, INEP, LE, OHHI, S, TAA, VLA) from temperate Eurasia, the differences (shape and size of basidiospores and hymenial cells, as well as cystidia) between two groups within the *Phanerochaete sordida*

species complex have been revealed. The phylogenetic analysis of ITS sequences shows the presence of the 5 monophyletic lineages with high support values what correlates with morphological, ecological (host preferences) and geographic patterns.

Л. В. Воронин, Т. Ф. Черняковская

Ярославский государственный педагогический  
университет

им. К. Д. Ушинского

г. Ярославль, Россия

e-mail: voroninfunghi@mail.ru, chernyakovskaya@inbox.ru

### ГРИБЫ И БАКТЕРИИ НА РАЗЛАГАЮЩИХСЯ РАСТЕНИЯХ В ПРЕСНОВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ БЕЛОМОРСКОЙ БИОСТАНЦИИ МГУ

Еще в первом издании «Основ экологии» Ю. Одум высказывал предположение, что «среди сапротрофов бактерии и грибы, населяющие водоем, имеют, вероятно, одинаково важное значение» [6]. Однако до настоящего времени вопрос о роли грибов и бактерий в деструкции растительных субстратов далек от решения. В обзоре [3] рассмотрены имеющиеся, порой противоречивые, основные сведения о пространственном и временном распространении, разнообразии и взаимоотношениях грибов и бактерий, участвующих в разложении отмерших растений в пресноводных экосистемах.

Цель работы – установить основные этапы гетеротрофной сукцессии грибов и бактерий на листовом опаде березы.

Отбор материала производился 23–25 августа 2012 г. на территории Беломорской биостанции МГУ, расположенной в подзоне северной тайги. Изучали малое олиготрофное водоемное озеро, имеющее атмосферное питание. Анализировали общую численность и таксономический состав терригенных микромицетов, водных и воздушно-водных гифомицетов, грибоподобных организмов и сапротрофных бактерий гидролитического комплекса на листьях березы (*Betula pubescens* Ehrh.) свежего опада и перезимовавших, отобранных из воды и из

наземной подстилки, а также донные отложения (детрит), сложенный в основном из мелких фрагментов листьев березы.

Для выяснения распространения и обилия (массовости) водных и воздушно-водных гифомицетов и грибоподобных организмов на исследуемых субстратах применяли метод накопительной культуры, а для терригенных микромицетов – посев на агаризованную среду Чапека. Частоту встречаемости водных и воздушно-водных гифомицетов и грибоподобных организмов определяли визуально по балловой оценке в накопительной культуре, а терригенных – по числу колоний на среде Чапека. Рассчитывали индекс значимости (ИЗ) как сумму относительной частоты встречаемости и относительного обилия [8].

Численность бактерий сапротрофного блока и таксономический состав доминирующих групп определяли на плотной питательной среде глюкозо-пептонно-дрожжевой агар, применение которой позволяет учитывать общую численность аэробных или факультативно-анаэробных сапротрофных бактерий, а также проводить дифференцированный учет грамотрицательных неспороносных бактерий, спорообразующих и коринеподобных бактерий [5]. Численность бактерий (обилие) на исследуемых субстратах выражали в количестве колонии образующих единиц (КОЕ) на 1 грамм субстрата.

В наземных условиях при анализе накопительной культуры на свежем опаде было установлено широкое распространение наземных гифомицетов-децидуофилов (*Stachibotrys albipes*, *Spadicesporium* sp., *Drechlera* sp., *Periconia* sp. и др., ИЗ в сумме 1,56), в небольших количествах целомицетов и сумчатых грибов. На среде Чапека на свежем опаде выявлено доминирование дрожжей (ИЗ = 1,13), дрожжеподобного гифомицета *Hormonema dematiuoides* (0,49) и терригенных гифомицетов рода *Cladosporium* (0,18).

При анализе листьев на свежем погруженном опаде в те же сроки методом накопительной культуры установлено, что доминирующее положение занимали водные гифомицеты (*Dactylaria fusiformis* и *D. bacillispora*), ИЗ в сумме 0,93. Кроме того, листья довольно активно были заселены грибоподобными оомицетами

(*Saprolegnia unispora* и *S. eccentrica*), ИЗ в сумме 0,41. Широко был представлен и стерильный бесцветный мицелий, по-видимому, грибов, заселивших листья еще в воздушно-наземной среде и не способных спорулироваться в воде. Следует отметить, что в момент отбора проб массового листопада березы еще не наблюдалось. Следовательно, при перенесении листового опада из типичной наземной среды в водную происходит довольно быстрое формирование иного грибного комплекса, включающего водные гифомицеты и грибоподобные оомицеты.

В наземных условиях на «прошлогодных» листьях подстилки в накопительной культуре отмечено продолжение доминирования гифомицетов, но со сменой доминантов. Ведущее положение заняли *Dactylaria* sp. (ИЗ = 0,33), *Cladosporium macrocarpum* (0,17) при наличии стерильных мицелиев и незначительного количества аскомицетов. Посев на среду Чапека выявил доминирование гифомицета *Thysanophora penicilloides* (ИЗ = 0,85) и довольно значимое место *Penicillium* sp. (0,47).

На побуревших и частично фрагментированных листьях опада предшествующего года, отобранных из воды, в накопительной культуре выявлены те же оомицеты (ИЗ = 0,47), гифомицет *Dactylaria* sp. (0,13), но доминирующее положение занимал типичный для озер водный гифомицет *Varicosporium elodeae* (0,48). Он занимает доминирующее положение в пионерных комплексах погруженного листового опада в олиготрофных и дистрофных озерах как тундры, так и более южных широт [2]. На прошлогоднем опаде широко представлены стерильные темноокрашенные мицелии (ИЗ = 0,67). Вероятнее всего, они представляют собой, согласно М. Дику [2], активные терригенные интродуценты. Таким образом, анализ накопительной культуры показал, что за год на погруженном опаде произошли незначительные изменения: ведущее положение продолжали занимать водные гифомицеты, а кроме того, получили развитие терригенные виды, но по причине отсутствия их спороношения в водной среде их не следует считать активными деструкторами.

Анализ детрита (на среде Чапека), в образовании которого немалую роль играют листья березы, показал доминирование гифомицета

*Geotrichum pannorum* (ИЗ = 0,68), стерильного темноокрашенного мицелия со склероциями (0,45) и *Aureobasidium pullulans* var. *melanigenum* (0,40). Кроме того, выявлены терригенные гифомицеты, для которых известна их способность к активному росту и спорообразованию в водной среде: *Phialophora fastigiata* (0,20), *Ph. alba* (0,09), *Trichoderma viride* (0,09). Эти данные подтверждают отмечаемые факты отсутствия типично водных грибов в илах и детрите.

Распределение, численность (обилие) и таксономический состав доминирующих групп бактерий изучали на тех же субстратах и в то же время, что и грибы.

В наземных условиях наблюдали увеличение численности бактерий на один порядок при переходе от свежего опада к прошлогоднему  $1,5 \times 10^6$  и  $1,2 \times 10^7$  КОЕ/г соответственно. При этом на свежем опаде доминировали протеобактерии родов *Pseudomonas* и *Flavobacterium*, относящиеся к группе копиотрофов, питающиеся прижизненными выделениями растений. В качестве минорных компонентов присутствовали скользящие бактерии р. *Cytophaga* и актинобактерии р. *Promicromonospora*, обладающие гидролитическими ферментами, обнаружены также эврибионты, связанные с растениями, актинобактерии р.р. *Arthrobacter* и *Micrococcus*.

В перезимовавшем опаде, помимо протеобактерий р. *Pseudomonas*, обнаружены спорообразующие бактерии р. *Bacillus*, способные расщеплять межклеточные вещества растений и утилизировать крахмал, пектин, гемицеллюлозы. Минорными компонентами были представители р. *Arthrobacter* и некоторые другие актинобактерии.

Очевидно, что в наземных условиях в течение года наблюдалась сукцессия прокариот, сопровождающаяся увеличением доли бактерий с гидролитическими свойствами, на фоне уменьшения обилия копиотрофов – протеобактерий *Pseudomonas* и *Flavobacterium*.

Численность бактерий на погруженном листовом опаде составляла  $1,12 \times 10^6$  КОЕ/г. На листовом опаде березы, поступившем в водоем, происходит изменение структуры прокариотного комплекса. Доминируют протеобактерии р. *Cytophaga*, активные разлагатели целлюлозы и сопряженных с ней субстратов [4] и р. *Flavobacterium*. В структуре комплекса

обнаружены также бактерии р. *Caulobacter*, характерные обитатели водной среды, и минорные компоненты, в том числе актинобактерии р. *Micrococcus*.

Обилие бактерий в прибрежном детрите было на два порядка меньше, чем на погруженном опаде –  $8,6 \times 10^4$  КОЕ/г. Здесь доминировали грамположительные спорообразующие бактерии *Bacillus* и *Clostridium*.

Таким образом, в наземных условиях свежий листовый опад колонизирован эккриотрофами: дрожжами и протеобактериями родов *Pseudomonas* и *Flavobacterium*, но также происходит заселение субстрата активными гидролитами – гифомицетами. Бактерии с гидролитическими свойствами представлены в этот период лишь минорными компонентами. Со временем дрожжи вытесняются гифомицетами, известными как активные гидролитики в лесных подстилках *Thysanophora penicilloides* и *Penicillium* sp. [1], разнообразие гифомицетов снижается. Значительную долю в прокариотном комплексе опада занимают бактерии р. *Bacillus*, обладающие гидролитическими свойствами, но не способные разрушать целлюлозу [4].

В водной среде листья заселяются водными гифомицетами и оомицетами, а значение заселившихся в воздушно-наземных условиях грибов снижается. Структура прокариотного комплекса также претерпевает изменения. Доминируют протеобактерии *Cytophaga* – активные гидролитики, способные разрушать целлюлозу, и *Flavobacterium*, широко распространенные в почве и воде, использующие простые органические соединения [4, 7].

В прибрежном детрите доминируют дрожжеподобные грибы *Geotrichum pannorum*, *Aureobasidium pullulans* и грамположительные спорообразующие бактерии *Bacillus* и *Clostridium*. Эти организмы активными гидролитами не являются.

Полученные результаты позволяют высказать предположение, что в олиготрофных пресноводных экосистемах деструкцию морт-массы растений осуществляют и бактерии, и грибы. При попадании аллохтонного растительного материала в водоем происходит изменение структуры мико-бактериального комплекса.

## Список литературы

1. Борисова В. Н. Гифомицеты лесной подстилки в различных экосистемах. Киев: Наук. Думка, 1988. 252 с.
2. Воронин Л. В. Микобиота малых озер тундровой и лесной зон. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2010. 156 с.
3. Воронин Л. В., Черняковская Т. Ф. Грибная и бактериальная деструкция отмерших растений в пресноводных экосистемах // Ярослав. пед. вестн. 2012. № 3. Т. 3. С. 102–109.
4. Добровольская Т. Г. Структура бактериального сообщества почв. М.: ИКЦ «Академ-книга», 2002. 282 с.
5. Лысак Л. В., Добровольская Т. Г., Скворцова И. Н. Методы оценки бактериального разнообразия почв. М.: МАКС Пресс, 2003. 120 с.
6. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
7. Определитель бактерий Берджи. М.: Мир, 1997. Т. 1. 436 с.; Т. 2. 362 с.
8. Suberkropp K., Klug M.J. Fungi and bacteria associated with leaves during processing in a woodland stream // Ecology. 1976. Vol. 57, № 4. P. 707–719.

L. V. Voronin, T. F. Chernyakovskaya

Yaroslavl State Pedagogical University named  
by K. D. Ushinsky, Yaroslavl

e-mail: voroninfungi@mail.ru, chernyakovskaya@inbox.ru

## FUNGI AND BACTERIA ON DECOMPOSING PLANTS IN FRESHWATER ECOSYSTEM OF BELOMORSKAYA BIOSTATION MSU

**Summary.** Distribution and taxonomic groups of fungi and bacteria on *Betula* leaves in freshwater lake and land conditions are regard. The principal aspects of heterotrophic succession are consider.

Л. В. Гагарина

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

e-mail: kvercus@yandex.ru

## ЭПИЛИТНЫЙ ЛИШАЙНИК *Gyalecta jenensis* (BATSCH) ZAHNBR. В РОССИИ\*

Эпилитный лишайник *Gyalecta jenensis* (Batsch) Zahlbr. относится к семейству Gyalectaceae Stizenb. порядка Ostropales Nannf. Ниже приводится таксономическое описание вида, сравнение с близкими видами, особенности экологии и распространения. Описание составлено на основе изучения типовых образцов, гербарных образцов и литературных данных автором.

### Описание вида *Gyalecta jenensis*

Таллом накипной, гомеомерный, погруженный или полупогруженный, тонкий (до 0,2 мм толщ.), реже – толще, распростертый, цельный или трещиноватый, матовый, гладкий или мелкозернистый, без налета, бело-серый или серо-зеленоватый. Гифы многочисленные, членистые, 1,5–2,5 мкм толщ. Гипоталлом выра-

жен, белый, обычно плохо заметен. Фотобионт Trentepohlia, клетки шаровидные, 10–20 мкм в диам., оболочки клеток 1,5–2 мкм толщ. Апотеции многочисленные, рассеянные или скученные, сидячие, округлой формы, 0,3–2 мм в диам., у основания суженные. Слоевичный край не выражен. Собственный край апотеция хорошо выражен, постоянный, толстый, цельный или потрескавшийся, бугорчатый или городчатый, бледно-оранжевый или светло-серый. Диск вогнутый, с возрастом иногда становится плоским, матовый или блестящий, без налета, светло-оранжевый. На СЭМ поверхность диска без воскового налета, верхушки парафиз кратеровидной формы. Эксципул хорошо развит, параплектенхимный, однородный, бесцветный, 100–180 мкм шир., под гипо-



тецием 200–280 мкм шир. Эпитеций тонкий, бесцветный или бурый, 5–10 мкм выс. Гимениальный слой бесцветный, 100–150 мкм выс., капли масла отсутствуют. Гипотеций бесцветный или с желтоватым оттенком, 15–30 мкм выс., капли масла отсутствуют. Парафизы простые, неразветвленные, неясно членистые, незернистые, рыхло соединенные между собой, в апикальной части слегка утолщены до 3 мкм, бесцветные, 110–150 × 1,5–2 мкм, длиннее зрелых сумок на 1/5–1/4. Сумки многочисленные, удлинено-цилиндрические, неутолщенные в апикальной части, стенки 1–1,5 мкм толщ., содержат по 6–8 спор, расположенных в 1 ряд, бесцветные, 80–135 × 9–15 мкм. Аскоспоры эллипсоидные, на концах тупые, очень редко слегка заостренные, слабо муральные или муральные, бесцветные, длина (12,5) 14–17,8 (25) мкм, ширина (6) 8,4–11,2 (12,5) мкм, стенки и перегородки толщ. 0,5 мкм. На СЭМ оболочки спор гладкие. Пикнидии встречаются редко, округлые, бледные. Конидии палочковидной формы, без перегородок, бесцветные, 4–5,5 × 0,7–1 мкм.

#### Химические особенности

Таллом от К, С, КС и Р не изменяется, не флуоресцирует в УФ и не содержит лишайниковых веществ, выявляемых методом TLC. Экципул, гипотеций, эпитеций, парафизы от К, С, КС, J и Р окраску не изменяют. Гимений от J+, приобретает синюю окраску.

#### Таксономические особенности и сравнение с близкими видами

*G. jenensis* характеризуется тонким, гладким или мелкозернистым бело-серым или серо-зеленым талломом, апотециями до 2 мм в диам., часто с блестящим диском, парафизами длиннее зрелых сумок на 1/5–1/4 и эллипсоидными, муральными или субмуральными аскоспорами. *G. jenensis* наиболее близка к *G. schisticola*

Werner, *G. kukriensis* (Räsänen) Räsänen и *G. cernohorskyi* Vězda. Экципул *G. jenensis* шире (100–180 мкм шир.), чем экципул *G. schisticola* (50–60 мкм шир.). Апотеции *G. kukriensis* мельче, чем апотеции *G. jenensis* и в отличие от *G. jenensis* парафизы *G. kukriensis* членистые, зернистые и споры удлинено-веретеновидные, заостренные на концах или вытянутые на одном конце. Гимений *G. jenensis* ниже (100–150 мкм выс.), чем гимений *G. cernohorskyi* (до 200 мкм).

#### Экология и распространение

Обитает во влажных местообитаниях на карбонатных и силикатных горных породах, иногда переходит на мхи, почву и древесину. Обычно встречается в большом количестве. Иногда на талломе развиваются оранжевые скопления водоросли *Trentepohlia* или темные скопления *Nostoc*.

#### Общее распространение

Северная Европа: Дания, Латвия, Норвегия, Финляндия, Швеция, Эстония. Западная Европа: Австрия, Великобритания и Ирландия, Германия, Франция, Швейцария. Южная Европа: Испания и Португалия, Италия, Словения, Черногория. Восточная Европа: Болгария, Венгрия, Польша, Румыния, Словакия, Украина, Чехия. Кавказ: Абхазия, Азербайджан. Гренландия. Северная Америка: США и Канада. Тасмания. Острова Средиземного моря: Кипр.

#### Распространение в России

Европейская часть: Московская область [5], Мурманская область [4, 11], Республика Карелия [9], Тверская область [6]. Кавказ: Кабардино-Балканская Республика [1], Краснодарский край [2], Республика Карачаево-Черкесия (герб. данные Л. В. Гагариной). Урал: Пермский край [8], Республика Коми [10], Свердловская область (гербарные данные UFU). Сибирь: Алтайский край [3], Кемеровская область [7].

#### Список литературы

1. Бархалов Ш. О. Флора лишайников Кавказа. Баку, 1983. 338 с.
2. Гимельбрант Д. Е., Конорева Л. А., Кузнецова Е. С. Лишайники долины реки Восточный Дагомыс (Краснодарский край) // Материалы VIII Молодеж. конф. ботаников в Санкт-Петербурге. 17–21 мая 2004 г. СПб., 2004. С. 81.
3. Давыдов Е. А. Аннотированный список лишайников западной части Алтая (Россия) // Новости систематики низших растений. 2001. Т. 35. С. 140–161.
4. Домбровская А. В. Конспект флоры лишайников Мурманской области и северо-восточной Финляндии. Л., 1970. 117 с.

5. Еленкин А. А. Флора лишайниковъ Средней Россіи. Юрьевъ, 1911. Часть 3, 4. 682 с.
6. Нотов А. А., Гимельбрант Д. Е., Урбанавичюс Г. П. Аннотированный список лишайнофлоры Тверской области. Тверь, 2011. 124 с.
7. Седельникова Н. В. Лишайники Алтая и Кузнецкого нагорья. Новосибирск, 1990. 175 с.
8. Селиванов А. Е. Лишайники заповедников «Басеги» и «Вишерский» // Новости систематики низших растений. 2005. Т. 38. С. 285–306.
9. Фадеева М. А., Голубкова Н. С., Витикайнен О., Ахти Т. Конспект лишайников и лишайнофильных грибов Республики Карелия. Петрозаводск, 2007. 194 с.
10. Херманссон Я., Пыстина Т. Н., Кудряшева И. Д. Предварительный список лишайников Республики Коми. Версия 2003–02–10. [Электронный ресурс]. URL: <http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/os/arx/checklist.html>
11. Urbanavichus G. P., Ahti T., Urbanavichene I. N. Checklist of lichens and allied fungi of Murmansk Region, Russia // Norrlinia. 2008. V. 17. P. 1–80.

L. V. Gagarina

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg  
e-mail: [kvercus@yandex.ru](mailto:kvercus@yandex.ru)

### SAXICOLOUS LICHEN *GYALECTA JENENSIS* (BATSCH) ZAHLBR. IN RUSSIA

**Summary.** The article contains data on saxicolous lichen *Gyalecta jenesis* in Russia. Description, ecology and distribution of *Gyalecta jenesis* are reported.

И. А. Галанина

Биолого-почвенный институт ДВО РАН  
г. Владивосток, Россия  
e-mail: [gairka@yandex.ru](mailto:gairka@yandex.ru)

### РОД *RINODINA* (ACH.) GRAY НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Изучение рода *Rinodina* (Ach.) Gray на юге Дальнего Востока (ДВ) является частью совместных исследований рода в Восточной Азии (Sheard et al., в печати). Всего изучено порядка 1000 образцов разных видов как собранных первым автором так и хранящихся в гербариях России и Японии (LE, VLA, VBG, MAG, TNS) из Приморского, Хабаровского краев, Амурской и Сахалинской областей, Японии (рис. 1). До настоящего исследования ревизия рода *Rinodina* на Дальнем Востоке России не проводилась. Было известно 22 вида для южной части региона [1–6, 8].

В результате нашего исследования число видов *Rinodina* было значительно увеличено, всего для юга ДВ на данный момент известно 39 видов, из них 17 видов являются новыми для российского Дальнего Востока и 12 являются новыми для России. Выявлена группа видов (*R. archaea*, *R. exigua*, *R. sophodes*), которые были неверно определены для юга Дальнего Востока и представляют собой смесь других видов. Эти

виды пока не исключены из общего списка до окончания ревизии.

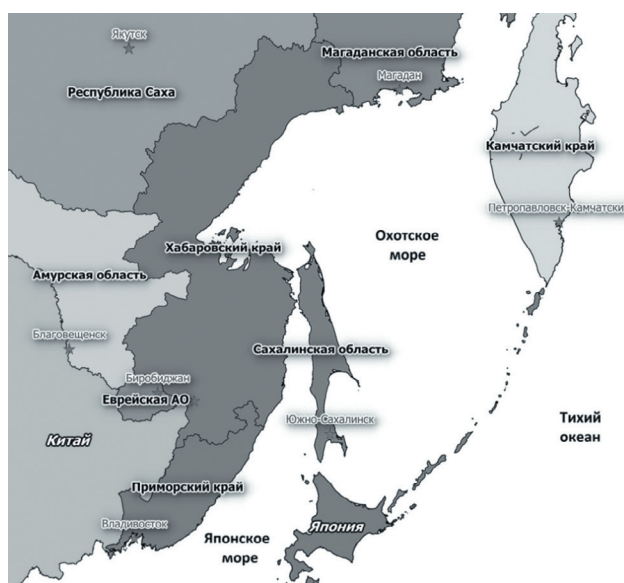


Рис. 1. Карта района исследования

Видовой состав рода отражает разнообразие путей его формирования. Род *Rinodina* на 35 % здесь представлен видами, которые имеют дизъюнктивные ареалы с распространением на юге ДВ России и в западной либо в восточной частях Северной Америки. Например: *R. chrysiata* Sheard [7], ранее определяемый как *R. xanthophaea* f. *isidiata*. Большая часть этих видов (21 %) до недавнего времени считались эндемичными для Северной Америки. Это главным образом группа эпифитных лишайников. Виды с таким распределением четко делятся на две группы: Восточно-Азиатские – западно-Северо-Американские и Восточно-Азиатские – восточно-Северо-Американские (рис. 2).

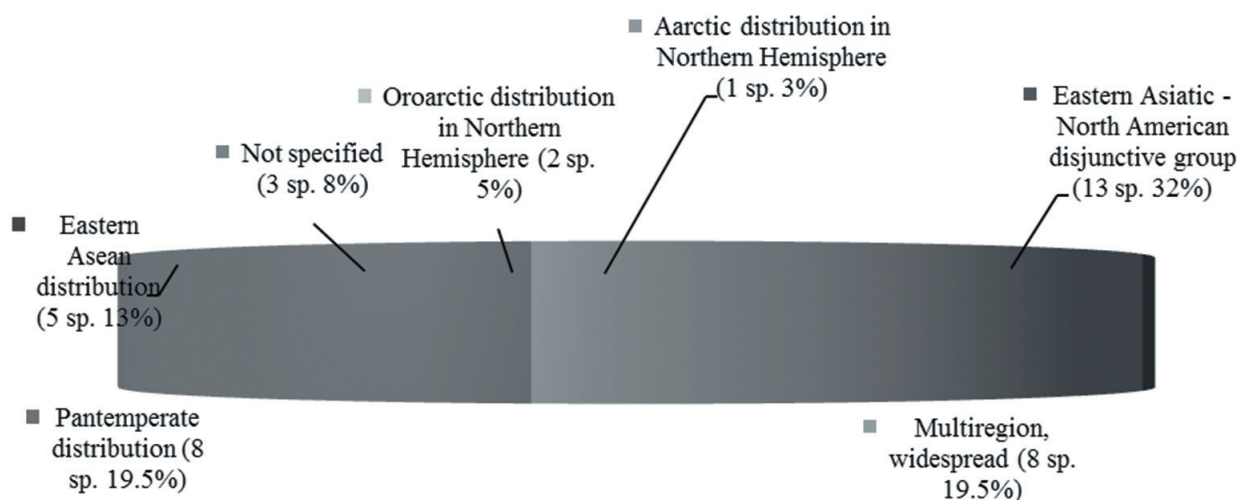


Рис. 2. Соотношение видов *Rinodina* по типам ареалов

Восточно-Азиатские виды составляют 13 % от известного числа видов, что так же подчеркивает специфичность состава рода на юге Дальнего Востока.

Работа по изучению рода *Rinodina* на Дальнем Востоке продолжается.

Выражаю большую благодарность за помощь моим коллегам: J. W. Sheard, Л. С. Яковченко, Т. Аhti, Л. В. Гагариной, Ю. Герасимовой.

### Список литературы

1. Котлов Ю. В. *Rinodina* // Определитель лишайников России. СПб.: Наука, 2008. С. 309–359.
2. Скирина И. Ф., Скирин Ф. В. Дополнения к лишайнобиоте юга Дальнего Востока России // Современная ботаника в России : труды XIII Съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна». Т. 1: Эмбриология. Палеоботаника. Биосистематика. Тольяти: Кассандра, 2013. С. 178–179.
3. Список лишайнофлоры России. 2010. СПб. 194 с.
4. Чабаненко С. И. Конспект флоры лишайников юга Российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2002. 232 с.
5. Яковченко Л. С., Галанина И. А., Малашкина Е. В., Бакалин В. А. Мохообразные и лишайники малонарушенных лесных сообществ нижнем Приамурье (российский Дальний Восток) // Комаровские чтения. 2013. Вып. LX. С. 74–138.

6. Galanina, I. A., Yakovchenko L. S., Tsarenko N. A. & Spribille T. Notes on *Rinodina excrescens* in the Russian Far East (Physciaceae, lichenized Ascomycota) // *Herzogia*. 2011. V. 24, № 1. P. 56–64.

7. Lendemer J. L., Sheard J. W., Thor G., Tønsberg T. *Rinodina chrisidiata*, a new species from far eastern Asia and the Appalachian Mountains of North America // *Lichenologist*. 2012. V. 44, № 2. P. 179–187.

8. Sheard J. W., Lendemer J. L., Spribille T., Thor G., Tønsberg T. Further contributions to the genus *Rinodina* (Physciaceae, Lecanoromycetidae): two species new to science and a new record for the Canadian High Arctic // *Herzogia*. 2012. V. 25, № 2. P. 125–143.

I. A. Galanina

*Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok*  
e-mail: gairka@yandex.ru

## GENUS RINODINA (ACH.) GRAY IN THE SOUTH OF RUSSIAN FAR EAST

**Summary.** The study of lichen genus *Rinodina* was conducted in the territory of Primorskiy and Khabarovskiy krai, Amurskaya, Sakhalinskaya oblast' and Japan. Only 22 species of *Rinodina* had been known from this territory prior to our research. As a result, a list of *Rinodina* in the region comprises 39 species. 17 of them were new

to Russian Far East and 12 were new to Russia. 35 % of species have Far Eastern – North American disjunction, 13 % are distributed in Eastern Asia. The rest of species are known from Southern and Northern hemisphere or from the temperate zone of the Holarctic.

Ф. Б. Ганнибал

*Всероссийский научно-исследовательский институт  
защиты растений*  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: phbgannibal@yandex.ru

## ПОЛИФАЗНАЯ ТАКСОНОМИЯ ГРИБОВ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДЫ И ПРИМЕРЫ\*

История биологической систематики связана с развитием целого ряда таксономических практик, каждая из которых прошла через серию закономерных стадий: рождение, популярность и порой угасание интереса. Менялся тип используемых данных (признаков), методы их получения (наблюдения) и представления о разрешенных способах их интерпретации. Двумя доминирующими таксономическими подходами, как и век назад, в микологии остаются типологический и филогенетический. Достижением двух последних десятилетий является формирование молекулярной филогении – дисциплины, позволяющей получать большое количество данных по молекулярным маркерам (признакам) и проводить их компьютерную обработку с помощью алгоритмов, сводящих к минимуму субъективность интерпретации.

Интерес среди новых таксономических подходов вызывает полифазная таксономия, которая в последние годы обретает у микологов признание. В качестве подтверждения интереса можно привести примеры работ по таксономии грибов, апеллирующих к полифазному подходу. Опубликованы результаты полифазных таксономических исследований по базидиомицетным дрожжам рода *Rhodospiridium* и *Rhodotorula* [4, 5], гифомицетам рода *Alternaria* [2], *Aspergillus* [6, 9], *Penicillium* [1], ксилляриевым аскомицетам рода *Daldinia* [7] и другим группам грибов.

Автор термина «полифазная таксономия» – американский микробиолог Рита Колвелл [3]. Первоначально термин использовался микробиологами (бактериологами) в значении, сходном с фенетической систематикой. Отличием являлось то, что полифазная таксономия стре-

мится объединить много уровней информации, от молекулярного до экологического. В настоящее время под полифазной таксономией понимают практику использования всей имеющейся информации для выделения консенсусных таксономических групп, т. е. консенсусную таксономию. Обычно она включает в себя генотипическую, фенотипическую и филогенетическую информацию об организме.

Идея комплексного подхода, интегрирующего данные разных типов, для систематики грибов сама по себе не нова. Подобные идеи декларировались еще в начале прошлого века, допуская возможность одновременного использования морфологических, экологических, физиологических признаков, особенностей жизненного цикла и т. д. Однако данный подход нечасто находил масштабное применение и не всегда оказывался продуктивен. На наш взгляд, в последние годы можно наблюдать более перспективную попытку создания такой комплексной методологии и попытку объединения филогенетических течений в систематике с полифазным подходом.

Базовым принципом объединенного подхода должно быть то, что деление на таксоны не должно противоречить филогении – основной постулат филогенетической систематики. Для определения границ видов предпочтительно использование наиболее продуктивной на настоящий момент концепции генеалогической согласованности (Genealogical concordance phylogenetic species recognition) [8]. Для членения филогенетического древа и определения границ таксонов видового ранга и более высоких рангов можно использовать разнообразные фенотипические и генетические признаки (полифазный подход). Членение на таксоны с помощью какого-либо набора однотипных фенотипических признаков может считаться достоверным, если оно согласуется с филогенией и с делением, проведенным с помощью признаков другого типа.

Морфологические признаки наиболее популярны для целей таксономии, но не дают возможность получить непротиворечивую систему для многих групп грибов, особенно микромицетов. Проблема заключается в малочисленности признаков, трудности их наблюдения и нестабильности. Физиологические и био-

химические признаки у микромицетов имеют большее адаптивное значение, чем морфологические и поэтому потенциально должны лучше коррелировать с филогенией. Поэтому неоднократно совершались попытки найти надежные стабильные хемотаксономические маркеры, которые позволили бы разделить виды и впоследствии проводить идентификацию. Метаболитные профили, полученные с помощью хроматографии (преимущественно ВЭЖХ), видятся наиболее простым способом получения информативных данных, которые можно использовать для целей таксономии грибов. Морфологические маркеры, тем не менее, остаются актуальными ввиду глубокой традиции их использования для систематики и идентификации.

В ходе нескольких исследований было проведено сравнение структуры биоразнообразия с помощью разных методов и типов данных: молекулярной филогении, классического анализа морфологии и анализа метаболитных профилей. В. Andersen с соавторами [2], изучая 51 штамм весьма полиморфного комплекса *Alternaria infectoria*, пришла к заключению, что все три вида анализа подтверждают разделение выборки штаммов лишь на 2 группы. Надежных генетических, морфологических и хемотаксономических маркеров для распознавания видов выявлено не было. Также был сделан неутешительный вывод, что для данной группы грибов филогения не может быть инструментом для предсказания патогенности, субстратной специфичности и способности к синтезу тех или иных микотоксинов.

Другим коллективом была показана сильная корреляция между молекулярной филогенией и хемотаксономией рода *Daldinia*, что вселяет определенный оптимизм [7]. С успехом были найдены хемотаксономические маркеры для нескольких групп видов этого рода.

В дальнейшем необходимо совершенствовать теоретические основы ориентированного на филогению полифазного подхода, развивать методы химического анализа грибных метаболитов, выстраивать иерархию признаков, рекомендуя приоритетный порядок их использования для построения системы.

## Список литературы

1. Козловский А. Г., Желифонова В. П., Антимова Т. В. Вторичные метаболиты в таксономии грибов под-рода *Penicillium* // Микробиология. 2009. Т. 78. Вып. 5. С. 684–689.
2. Andersen B., Sørensen J. L., Nielsen K. E., Gerrits van den Ende B., de Hoog S. A polyphasic approach to the taxonomy of the *Alternaria infectoria* sp.-gr. // Fungal Genetics and Biology, 2009. Vol. 46, №. 9. P. 642–656.
3. Colwell R. R. Polyphasic Taxonomy of the Genus *Vibrio*: Numerical Taxonomy of *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, and Related *Vibrio* Species // J. of Bacteriology. 1970. Vol. 104, № 1. P. 410–433.
4. Gadanho M., Sampaio J. P., Spencer-Martins I. Polyphasic taxonomy of the basidiomycetous yeast genus *Rhodospiridium*: *R. azoricum* sp. nov. // Canadian Journal of Microbiology. 2001. Vol. 47, № 3. P. 213–221.
5. Gadanho M., Sampaio J. P. Polyphasic taxonomy of the basidiomycetous yeast genus *Rhodotorula*: *Rh. glutinis* sensu stricto and *Rh. dairenensis* comb. nov. // FEMS Yeast Research, 2002. Vol. 2. P. 47–58.
6. Houbraken J., Due M., Varga J., Meijer M., Frisvad J. C., Samson R. A. Polyphasic taxonomy of *Aspergillus* section *Usti* // Studies in Mycology. 2007. Vol. 59. P. 107–128.
7. Stadler M., Læssøe T., Fournier J., Decock C., Schmieschek B., Tichy H.-V., Peršoh D. A polyphasic taxonomy of *Daldinia* (*Xylariaceae*) // Studies in Mycology. 2014. Vol. 77. P. 1–143.
8. Taylor J. W., Jacobson D. J., Kroken S., Kasuga T., Geiser D. M., Hibbett D. S., Fisher M. C. Phylogenetic species recognition and species concepts in fungi // Fungal Genetics and Biology. 2000. Vol. 31. P. 21–32.
9. Varga J., Frisvad J. C., Samson R. A. Polyphasic taxonomy of *Aspergillus* section *Sparsi* // IMA Fungus. 2010. Vol. 1, № 2. P. 187–195.

Ph. B. Gannibal

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg  
e-mail: phbgannibal@yandex.ru

## POLYPHASIC TAXONOMY OF FUNGI: THE CONCEPT, METHODS AND EXAMPLES

**Summary.** Polyphasic approach is a relatively new and interesting taxonomic practice. At this time we observe an attempt to combine taxonomy based on molecular phylogeny and on complex phenotypic analysis. Many different types of characters can be used for phenotypic analysis: mor-

phological, genetic, chemical and so on. Further development of theoretic basis of the polyphasic approach is needed. Methods of fungal metabolite analysis and hierarchy of characters should be improved as well.

Т. К. Головко<sup>1</sup>, С. Н. Плюснина<sup>1</sup>, Н. Е. Коротаева<sup>2</sup>,  
Г. Н. Табаленкова<sup>1</sup>, Г. Б. Боровский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии Коми НЦ УрО РАН  
г. Сыктывкар, Россия

<sup>2</sup>Сибирский институт физиологии  
и биохимии растений СО РАН  
г. Иркутск, Россия  
e-mail: golovko@ib.komisc.ru

## СТРУКТУРА ТАЛЛОМА И ДИНАМИКА ДЕГИДРИНОВ У ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA* В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ

Лишайники – устойчивая, саморегулирующаяся система, включающая мико- и фотобионт [6]. Таллом (слоевище) лишайника представляет собой сплетение грибных гиф, куда интегрированы клетки водорослей и/или цианобактерий. Их присутствие превращает грибно-гетеротрофный организм в автотрофную ассоциацию. Фотобионт снабжает гриб органическим углеродом и азотом (в случае цианобактерий), микобионт создает условия для

нобактерий. Их присутствие превращает грибно-гетеротрофный организм в автотрофную ассоциацию. Фотобионт снабжает гриб органическим углеродом и азотом (в случае цианобактерий), микобионт создает условия для

© Головко Т. К., Плюснина С. Н., Коротаева Н. Е., Табаленкова Г. Н., Боровский Г. Б., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12–04–00554).

функционирования фотобионта, защищает от стрессовых воздействий внешних факторов, снабжает водоросль водой, некоторыми минеральными элементами. Несмотря на сложную природу организма, лишайники относят к отдельной несистематической биологической группе грибов, выделяемой на основе трофических и физиолого-биохимических особенностей.

Лишайники – пойкилогидрические фототрофные организмы, проявляющие высокую устойчивость к обезвоживанию и промораживанию. Они способны не только выживать после таких воздействий, но и быстро восстанавливать свои функции [1]. По имеющимся в литературе сведениям [5], важную роль в этих процессах могут играть растворимые белки – дегидрины. Их относят к стрессовым белкам, участвующим в формировании защитных реакций у высших растений, а также водорослей, плаунов и грибов в неблагоприятных условиях. Дегидрины аккумулируются при воздействии засухи, засоления и пониженной температуры, при обработке АБК. Они экспрессируются у древесных во время зимнего покоя. У изолированной зеленой водоросли *Trebouxia erici* – фотобионта многих видов лишайников, обнаружено пять белков-дегидринов [4]. Их содержание не зависело от степени и скорости обезвоживания клеток водоросли.

В нашей работе представлены оригинальные данные по анатомо-морфологической структуре таллома и динамике дегидринов у *Lobaria pulmonaria* (лобария легочная).

*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. (порядок Peltigerales W.Watson, сем. Lobariaceae Chevall.) – крупнолистоватый лишайник с обширным ареалом. В Республике Коми этот вид можно встретить в таежных лесах различных формаций, максимального обилия он достигает в старовозрастных осинниках, долинных ельниках и пойменных древовидных ивняках [3]. Лишайник имеет сравнительно узкую экологическую приуроченность и произрастает преимущественно во влажных старовозрастных древостоях. Поселяется на деревьях, поднимаясь по стволу на высоту 2–3 м, в отдельных случаях – до 8–10 м.

Образцы лишайника отбирали в старовозрастном осиннике вблизи г. Сыктывкара. С ис-

пользованием сканирующей и флуоресцентной микроскопии установлено, что таллом *L. pulmonaria* гетеромерного типа толщиной 180–280 мкм, более толстый в местах формирования ризоидов. Верхний (коровый) слой, 20–50 мкм толщиной, образован плотно прилегающими друг к другу гифами гриба. Четко очерченный слой фотобионта, 30–60 мкм толщиной, сложен из клеток диаметром около 5 мкм и представлен в основном зеленой водорослью рода *Dictyochloropsis*. Известно, что *L. pulmonaria* является трехкомпонентным лишайником, кроме зеленой водоросли, в симбиозе участвуют цианопрокариоты (цианобактерии) рода *Nostoc*. Они находятся в специализированных структурах – цефалодиях и осуществляют биологическую азотфиксацию.

Под слоем клеток зеленой водоросли рыхло расположены гифы гриба диаметром 4,5 мкм, формирующие сердцевину, толщина которой в значительной степени определяет толщину слоевища. В местах, свободных от ризоидов, толщина медулярного (сердцевинного) слоя составляет в среднем 90–100 мкм, в области формирования ризоидов достигает 160 мкм и более. В лопастях лишайника формируются тяжи из плотно упакованных грибных гифов, придающие поверхности таллома своеобразный сетчатый внешний вид и прочность. В местах расположения тяжей толщина таллома составляет 200–260 мкм. Нижний коровый слой, толщиной 25–27 мкм, сложен плотно упакованными гифами и имеет выросты (ризины), обеспечивающие прикрепление таллома к субстрату. Для улучшения аэрации внутренней части слоевища на нижней стороне формируются специальные отверстия до 13 мкм в диаметре.

Растворимый белок выделяли из лиофильно высушенных талломов *L. pulmonaria*. С помощью электрофореза в ПААГ и последующего иммуноблоттинга с использованием первичных антител против специфической К-последовательности дегидринов (*Agrisera*) и вторичных антител, конъюгированных с щелочной фосфатазой (*Sigma*), удалось выявить наличие двух белков-дегидринов с мол. массой 40 и 43 кДа. Дегидрины с подобными массами были обнаружены ранее у *Trebouxia erici* – фотобионта многих лишайников [4]. Эти среднемолекулярные дегидрины присутствовали в

образцах *L. pulmonaria*, собранных в разные сезоны года (январь, апрель, июнь, сентябрь). Однако их содержание не оставалось постоянным. Пониженный уровень дегидринов отмечали в апреле, когда в лесу еще лежал снег, но дневные температуры становились положительными. В это время талломы были хорошо увлажнены и проявляли высокую функциональную активность [2]. Наиболее высокий уровень накопления дегидринов отмечали в полуденные часы в сухой и теплый период (июнь). Температура воздуха в местообитании лишайника достигала 28–30 °С, относительная влажность воздуха не превышала 40 %. Днем талломы находились в воздушно-сухом состоянии, а к утру следующих суток их масса повышалась на 10–15 % за счет гидратации атмосферной влагой в ночные часы, что способствовало частичному восста-

новлению положительного CO<sub>2</sub>-газообмена. Поздно ночью и в ранние утренние часы уровень дегидринов существенно (в 2,5–3 раза) снижался, по-видимому, в ответ на смягчение водного стресса.

Таким образом, наши данные показывают, что основная часть таллома *L. pulmonaria* представлена грибным компонентом (аскомицеты). Обособленный слой фотобионта составлял в среднем менее 20 % толщины таллома. Впервые в лишайнике были обнаружены растворимые белки-дегидрины с мол. массой 40 и 43 кДа. Их содержание изменялось в зависимости от сезона и времени суток, предположительно, в ответ на температурные воздействия и водный стресс. Талломы содержали больше дегидрина 40 кДа, чем белка с мол. массой 43 кДа, особенно в январе.

#### Список литературы

1. Головкин Т. К., Далькэ И. В., Захожий И. Г., Дымова О. В., Малышев Р. В., Коковкина Е. В. Механизмы устойчивости и адаптивные реакции пойкилогидрических фотоавтотрофных организмов // Факторы устойчивости растений в экстремальных природных условиях и техногенной среде : материалы Всерос. науч. конф. Иркутск, 2013. С. 5–7.
2. Головкин Т. К., Далькэ И. В., Захожий И. Г., Малышев Р. В., Шелякин М. А., Табаленкова Г. Н., Дымова О. В. Экофизиология листоватого лишайника *Lobaria pulmonaria* в среднетаежной зоне на европейском северо-востоке России // Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований : труды Второй межд. конф. СПб., 2014. С. 69–74.
3. Пыстина Т. Н., Семенова Н. А. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) в Республике Коми // Бот. журн. 2009. Т. 94, № 1. С. 48–58.
4. Gasulla F., de Nova P. G., Esteban-Carrasco A., Zapata J. M., Barreno E., Guéra A. Dehydration rate and time of desiccation affect recovery of the lichen alga *Trebouxia erici*: alternative and classical protective mechanisms // Planta. 2009. V. 231, № 1. P. 195–208.
5. Kosová K., Prášil I. T., Vitámvás P. Role of dehydrins in plant stress response // Handbook of plant and crop stress. CRC Press, 2011. P. 239–285.
6. Lichen biology. Cambridge Univ. Press, 2008. 486 p.

T. K. Golovko<sup>1</sup>, S. N. Plusnina<sup>1</sup>, N. E. Korotaeva<sup>2</sup>,  
G. N. Tabalenkova<sup>1</sup>, G. B. Borovskiy

<sup>1</sup>Institute of Biology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

<sup>2</sup>Sibirien Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS,  
Irkutsk

e-mail: golovko@ib.komisc.ru

### THALLUS STRUCTURE AND DYNAMICS OF DEHYDRINS IN *LOBARIA PULMONARIA* LICHEN IN TAIGA ZONE OF THE EUROPEAN NORTH-EAST

**Summary.** Study of anatomical and morphological structure of *Lobaria pulmonaria* showed that fungal component of the lichen constitutes the most part of its thalli. Dehydrins with average molecular mass (40 and 43 kDa) were found for the

first time in this species. The content of dehydrins in lichen thalli changes most likely in response to seasonal and diurnal temperature and water stress.



**ВИДЫ РОДА *ULOCLADIUM* PREUSS В РОССИИ: МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ\***

Род *Ulocladium* был описан Preuss в 1851 г. [1] и включает в себя анаморфные виды грибов. Долгое время это родовое название по ряду причин игнорировалось. Одной из них стало то, что морфологические характеристики рода крайне схожи с таковыми двух других ранее описанных родов – *Alternaria* и *Stemphylium* [5]. Схожесть наблюдалась в таксономически значимых морфологических признаках, а именно в строении конидий. В качестве основных диагностических признаков использовали морфологические особенности конидий, их форму, размер, характер формирования септ, наличие или отсутствие апикального выроста («клювика»), наличие или отсутствие цепочек конидий и т. д. [6]. Так для представителей *Ulocladium* характерна обратнаяцевидная форма конидий и отсутствие апикального выроста [5]. E. G. Simmons, проводя ревизию рода, наряду с выделением таксономически значимых признаков обозначил и некоторые проблемы, с которыми можно столкнуться при идентификации видов. Так, например, родоспецифичные признаки часто хорошо заметны только у незрелых конидий и могут быть упущены при наблюдении зрелых конидий [2]. Более того, E. G. Simmons, наблюдая за ростом колоний *Ulocladium*, обратил внимание на то, что гриб на разных стадиях развития продуцирует морфологически разные конидии [4].

К настоящему моменту в отношении морфологии, филогении и таксономического статуса рода *Ulocladium* опубликовано много противоречивой информации. Вследствие этого разнообразие данной группы активно исследуют несколько коллективов с помощью традиционных и современных методов. Ревизия рода, начало которой положил в 1967 году E. G. Simmons [3], продолжается и по сей день. Многие проблемы уже преодолены, но ряд вопросов требует своих ответов.

На данный момент существует 32 видовых эпитета для рода *Ulocladium*. Все они легитимны ([www.mycobank.org](http://www.mycobank.org), [www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)).

Распространены виды *Ulocladium* повсеместно, они существуют как в регионах с холодным и умеренным климатом, так и в тропических областях земного шара [5]. По данным литературы, в России выявлено 8 видов: *U. alternariae* (*Sinomyces alternariae*) (в Алтайском крае и Санкт-Петербурге), *U. atrum* в акватории Японского моря и Санкт-Петербурге, *U. botrytis* в Ленинградской области и Санкт-Петербурге, в Хабаровском крае, *U. chartarum* в Саратовской, Ростовской, Самарской областях и в Санкт-Петербурге, *U. consortiale* в Новосибирской области, Якутии, на Сахалине, в Краснодарском крае, Белоруссии и в Санкт-Петербурге, *U. cucurbitae* в Приморском крае и Ленинградской области, *U. litoreum* в акватории Японского моря, *U. oudemansii* в акватории Японского моря. Несколько находок *Ulocladium* было сделано в Крыму и Санкт-Петербурге, но они были идентифицированы только до рода.

При исследовании грибов рода *Ulocladium* традиционно внимание акцентируется на строении и размере конидиеносцев и конидий. В нашем исследовании для проведения таких наблюдений штаммы *Ulocladium* были инкубированы на картофельно-глюкозной питательной среде (PSA). Анализ микроморфологии проводили на разных стадиях роста колонии (1–3 и 4–8 день) и учитывали наличие цепочек, форму и размер конидий, характер их септированности, а также особенности поверхности конидий. В нашем исследовании, помимо микроморфологии, внимание было уделено и макроморфологическим признакам (цвет и текстура колоний), для чего была использована богатая питательная среда с сахарозой и дрожжевым экстрактом (YES). Так были инкубированы 15 штаммов грибов из рода *Ulocladium*, собранные на территории России, и 4 эталонных штамма,

взяты из международных коллекций (*U. botrytis* ATCC 18043, *U. atrum* ATCC 18040, *U. consortiale* CBS 201.67, *U. chartarum* ATCC 18044).

По микроморфологическим признакам 15 исследованных штаммов были отнесены к 3 видам: *U. botrytis* (7 штаммов), *U. chartarum* (5) и *U. septosporum* (3).

*U. botrytis*: конидии одиночные в гроздьях или в цепочках по 2–3. На 1–3 день роста конидии разнообразной формы, многочисленные эллипсоидные (около 30 %), округлые (20 %), обратнойцевидные конидии (20 %) с 3–4 поперечными перегородками. На 4–8 день роста преобладают обратнойцевидные конидии (40 %) с 1–3 поперечными перегородками и с заостренным основанием. Изначально конидии неравномерно бугристые, с возрастом бугорки становятся крупными и сильно выпирающими.

*U. chartarum*: конидии в цепочках по 3–5. На 1–3 день роста многочисленны эллипсоидные и широкоэллипсоидные (50 %) с 1–3 поперечными и многочисленными сложно расположенными продольными перегородками, округлые и обратнойцевидные конидии немногочисленны (10–15 %). На 4–8 день роста преобладают крупные обратнойцевидные конидии (50 %) с 1–2 поперечными перегородками, редки округлые и эллипсоидные (по 10 %). Поверхность конидий изначально гладкая, с возрастом появляются равномерные мелкие бугорки.

*U. septosporum*: конидии одиночные, иногда цепочками по 3. На 1–3 день роста многочисленны эллипсоидные (40 %) с 2–3 поперечными перегородками и длинные эллипсоидные (20 %) с 4–6 поперечными перегородками, округлые и обратнойцевидные конидии немногочисленны (10 %). На 4–8 день роста преобладают очень крупные широко обратнойцевидные конидии (50 %) с 1–2 поперечными перегородками, эллипсоидные конидии (30 %) с 3–4 поперечными перегородками; округлые конидии редки (10 %). Поверхность конидий изначально равномерно бугристая, с возрастом бугорки различаются по размеру, крупные широко обратнойцевидные конидии часто гладкие.

В результате исследования макроморфологических признаков колоний, все изученные штаммы были разделены уже на 4 группы: *U. chartarum* (5 штаммов), *U. septosporum* (3 штамма), *U. botrytis 1* (4 штамма) и *U. botry-*

*tis 2* (3 штамма). Близкие по микроморфологическим признакам штаммы, определенные как *U. botrytis*, формировали два типа колоний.

*U. chartarum*: колония оранжевого цвета, на 8 день роста с чередованием черных и оранжевых полос, крупнофестончатая. Поверхность мучнистая. Центр колонии коричневый, почти черный. Край колонии не смят (плоский) с полосой зеленого цвета. Реверс смятый (волнистый), с трещинами, почти черный, край светло-коричневый, мучнистый.

*U. septosporum*: колония бежево-персикового, оранжевого цвета, иногда наблюдается несколько зон разного цвета: кофе с молоком, серый, оранжевый; крупнофестончатая, поверхность от мучнистой до пушистой. Центр колонии цвета кофе с молоком, затянутый белым воздушным мицелием. Край не смят, почти одного цвета с центром колонии. Реверс темно-коричневый, глубоко растрескивается, край ярко оранжево-коричневый контрастирует по цвету с центральной частью реверса колонии.

Группа *U. botrytis 1*: колония серого цвета, крупнофестончатая, затянута белым воздушным мицелием. Центр колонии серый с коричневым оттенком. Край серый, коричневый, смят. Иногда на 8-й день роста заметны концентрические круги разных оттенков. Реверс почти черный, частые мелкие неглубокие трещины, край мучнистый.

Группа *U. botrytis 2*: колония светло-бежевая, сизо-серая, затянута сизым воздушным мицелием, поверхность пушистая. Центр колонии сизо-серый. Наблюдается неравномерная окраска колонии (разные части могут быть коричневого, серого, белого цветов). Край колонии не смят, почти одного цвета с центром колонии. Реверс темно-коричневый.

Таким образом, в пределах одного морфологического признака выявлено дискретное разнообразие морфолого-культуральных признаков, что может указывать на наличие потенциальных видов-двойников. Следовательно, для того чтобы произвести корректную идентификацию вида, имеет смысл оценивать как микро-, так и макроморфологические признаки. Подобная ситуация уже описывалась для некоторых видов рода *Ulocladium* [4]. Так некоторые виды (*U. cucurbitae*, *U. dauci*, *U. multiforme*) по микроморфологическим характеристикам могут быть

ошибочно определены как *U. atrum*. Соответственно, необходим поиск дополнительных признаков для целей систематики и для корректной идентификации видов.

В ходе проведенного исследования было показано, что при определении видов рода *Ulocladium* в качестве дополнительных характе-

ристик можно использовать морфолого-культуральные признаки, такие как: цвет колонии, наличие полос с краю колонии, концентрические круги, характер центра и края колонии (фестончатый крупно или мелко/не фестончатый), особенности реверса (окраска, наличие и характер трещин).

#### Список литературы

1. Preuss C. G. T. Die Pilze Deutschlands. Heft. 30. In Jacob Sturm's Deutschlands Flora, 1851. Abt III: 73–96.
2. Runa F., Park M. S., Pryor B. M. *Ulocladium* systematics revisited: phylogeny and taxonomic status // Mycological Progress. 2009. Vol. 8. P. 35–47.
3. Simmons E. G. Typification of *Alternaria*, *Stemphylium*, and *Ulocladium* // Mycologia. 1967. Vol. 59. P. 67–92.
4. Simmons E. G. Multiplex conidium morphology in species of the *Ulocladium atrum* group // Canadian Journal of Botany. 1998. Vol. 76. P. 1533–1539.
5. Wang Y., Bruno L. C., Zhang X.-G. Two new species of *Ulocladium* from Southwest China // Mycologia. 2008. Vol. 100, № 3. P. 455–459.
6. Wang Y., Pei Y.-F., Zhang K., Zhang X.-G. Molecular and morphological description of a new species of *Ulocladium* from Southern China // Mycological Progress. 2009. Vol. 8. P. 207–214.

M. M. Gomzhina, Ph. B. Gannibal

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg  
e-mail: gomzhina91@mail.ru

#### SPECIES OF THE GENUS *ULOCLADIUM* PREUSS IN RUSSIA: MORPHOLOGICAL CHARACTERS AND THEIR USE FOR IDENTIFICATION PURPOSES

**Summary.** Three species of the *Ulocladium* genus were identified (*U. chartarum*, *U. septosporum*, *U. botrytis*) among Russian isolates using classical morphological features. Isolates of *U. botrytis* produced colonies of two types. A number of cultural

parameters (colony colour, presence of strips surrounding colony and concentric rings, type of colony edge, colony back surface colour, presence and type of chaps) can be used as additional characters for species identification.

И. А. Горбунова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН  
г. Новосибирск, Россия  
e-mail: fungi2304@gmail.com

#### АГАРИКОИДНЫЕ И ГАСТЕРОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ, НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ

Алтае-Саянский экорегион расположен в центре Азиатского континента и включает Алтай, Саяны, Кузнецкий Алатау, Салаир, горы Тувы и Монголии, в географическом отношении совпадает с Алтае-Саянской горной страной наиболее высокой среди горных стран Северной Азии. Исследования агариковых грибов данной территории в разных частях и в разное время проводились М. И. Бегляновой [1],

Н. В. Перовой [2, 3 и др.], А. Е. Коваленко [4], И. А. Горбуновой [5–7 и др.], О. Е. Крючковой [8] и др. Вместе с тем многие районы Алтае-Саянской горной области остаются слабо изучеными в микологическом отношении. В последние годы автором продолжается изучение агариковых грибов и гастеромицетов Алтая, кроме этого, были проведены коллекционные сборы макромицетов в районах Западного и

Восточного Саянов (Красноярский край), а также на территории Горной Шории (Кемеровская область) и Республики Тува. В результате данных исследований были выявлены новые для Южной Сибири и Азии виды агариковых грибов и гастеромицетов, отмечены новые местонахождения редких видов для Сибири, России и Европы. Некоторые виды рекомендованы в список редких видов мира.

Горный Алтай – самый высокогорный район в Сибири. Исследования биоты агариковых грибов и гастеромицетов были начаты автором в 1994 г. и продолжаются в настоящее время. С 2009 г. большая часть материала была собрана в Центральном (Северо-Чуйский, Курайский хребты) и Юго-Восточном Алтае (хребты Чихачева, Южно-Чуйский, Курайский, Курайская котловина). Обнаружено более 60 новых видов для Алтая. Из них многие виды не были известны в Алтае-Саянском экорегионе. Среди гастеромицетов зафиксированы единичная находка *Geastrum triplex* Jungh в Чемальском районе, в сосновом бору, у дороги, и группа плодовых тел *Tulostoma melanocyclus* Bres. в прирусловом мертвопокровном лиственничном лесу, в районе нижнего течения р. Курайка, на песчаной почве. В высокогорьях Усть-Улаганского и Кош-Агачского районов впервые в Южной Сибири отмечены аркто-альпийские виды *Lecaninum niveum* (Fr.) Rauschert в ерниках зеленомошных, *Infundibulicybe lapponica* (Harmaja) Harmaja – в пятнистых тундрах, *Inocybe giacomii* J. Favre, *Gymnopus alpicola* (Bon et Ballarà) Esteve-Rav., V. González, Arenal et E. Horak и *Entoloma alpicola* (J. Favre) Bon et Jamoni среди *Dryas oxyodonta*, аркто-бореальные виды *Galerina pseudocerina* A.H. Sm. et Singer – в лиственничном редкостойном лесу с ерником зеленомошным и *Hebeloma circinans* (Quél.) Sacc. – в кедровом зеленомошном лесу.

К редким видам Алтая относятся *Mycena oregonensis* A. H. Sm. – новый для Сибири и Азии, индикаторный вид пихтовых лесов – *Hydropus atramentosus*, а также *Floccularia luteovirens* (Alb. et Schwein.) Pouzar f. *luteovirens* включенные в предварительный Глобальный список редких видов мира (<http://iucn.ekoo.se/en/iucn/welcome>).

Изучение макромицетов на территории Западного Саяна проводилось в июле-августе

2010 г. в природном парке «Ергаки» в различных растительных сообществах. Всего выявлено 136 видов агарикоидных базидиомицетов, из них 102 вида являются новыми для природного парка «Ергаки», 30 видов впервые обнаружены в Алтае-Саянской горной области, 14 видов не отмечались ранее в Сибири. Так, например, в дриадовых тундрах обнаружены *Hygrocybe cinerella* (Kühner) Arnolds, *Entoloma alpicola* (J. Favre) Noordel. и *Lactarius dryadophilus* Kühner, *L. lanceolatus* O.K. Mill. et Laursen, *L. pseudouvidus* Kühner. известные ранее только для арктической части Сибири [9, 10]. К новым для Сибири видам относятся *Hygrocybe citrinopallida* (A.H. Sm. et Hesler) Kobayasi, *Inocybe arthrocystis* Kühner, *I. egenula* J. Favre, *I. fulvipes* Kühner, *I. malenconii* R. Heim., *Hemimycena ochrogaleata* (Favre) Mos., *Mycena arcangeliana* Bres., *M. bulbosa* (Cejp) Kühner.

В степном, лесостепном и высокогорном поясах Западного Танну-Ола обнаружено 75 видов макромицетов, из них 17 видов ранее не были известны для Тувы. Из новых рядовок для Тувы в окрестностях р. Торгалыг на выс. 2290 м н. ур. м., в лиственничном редколесье с дриадовыми тундрами, под лиственницами был обнаружен *Tricholoma psammopus* (Kalchbr.) Quél., который не отмечался ранее в горах Южной Сибири. Есть сведения о нахождении данного вида в окрестностях г. Красноярска [11], в сосновых лесах. Экологические условия обнаруженного образца в высокогорном поясе Тувы соответствуют таковым в Швейцарии [12], где *T. psammopus* встречается в горных районах на границе леса и в субальпийском поясе под *Larix*. На берегу р. Арзайты, в прибрежном лиственничном мелкотравном лесу, под лиственницами, был собран новый для Алтае-Саянской горной области *Suillus bresadolae* (Quél.) Gerhold.

В черневых реликтовых лесах на территории Шорского национального парка выявлено 105 видов агарикоидных и гастероидных базидиомицетов, 6 видов не были известны ранее в Западной Сибири. Некоторые из них вошли в новое издание Красной книги Кемеровской области – реликты третичной флоры *Cortinarius bulliardii* (Pers.) Fr. и *Lycoperdon acuminatum* Bosc, редкий в России и Европе вид – *Leucopho-*

*liota lignicola* (P. Karst.) Harmaja, редкий в Евразии – *Mycena oregonensis* A.H. Sm.

Для создания Глобального красного списка грибов представлен материал о 22 редких видах макромицетов, произрастающих на территории Западной и Средней Сибири, из них 11

видов встречаются в Алтае-Саянской горной области (Алтай, Горная Шория, Салаир) – *Phallus flavocostatus* Kreisel, *Leucopaxillus rhodoleucus* (Romell) Kühner, *Chromosera cyanophylla* (Fr.) Redhead, Ammirati et Norvell и др.

#### Список литературы

1. Беглянова М. И. К флоре агариковых грибов Ойского хребта Западного Саяна // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1972. С. 108–112.
2. Флора Салаирского кряжа / отв. ред. Н. Н. Лащинский. Новосибирск: Гео, 2007. 252 с.
3. Перова Н. В. Макромицеты Западного Тану-Ола // Сибир. эколог. журнал. 2001. Вып. 4. С. 461–462.
4. Коваленко А. Е. К флоре агариковых грибов Алтайского заповедника // Новости систематики низших растений. 1992. Т. 28. С. 61–67.
5. Горбунова И. А. Макромицеты плато Укок // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37. Вып. 1. С. 42–49.
6. Горбунова И. А. Макромицеты степей юга Западной Сибири // Микология и фитопатология. 2006. Т. 40. Вып. 5. С. 361–369.
7. Горбунова И. А. Макромицеты альпийской области Алтая // Turzaninowia. 2010. № 13. С. 125–134.
8. Крючкова О. Е. Материалы к изучению макромицетов темнохвойных лесов Западного Саяна (Хребет Араданский) // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 16, № 1. С. 117–122.
9. Каратыгин И. В., Нездойминого Э. Л., Новожилов Ю. К., Журбенко М. П. Грибы Российской Арктики. СПб.: Изд-во Санкт-Петербург. гос. хим.-фарм. академии, 1999. 212 с.
10. Knudsen H., Mukhin V. The arctic-alpine agaric element in the Polar Urals and Yamal, Western Siberia // Arctic and Alpine Mycology 5 : Proc. of the Vth Intern. Sympos. on Arcto-Alpine Mycology (ISAM 5), Labytnangi / Eds V.A. Mukhin, H. Knudsen. Ekaterinburg: Ekaterinburg Publ., 1998. P. 152–162.
11. Беглянова М. И. Флора агариковых грибов южной части Красноярского края. Ч. 1. Красноярск, 1972. 207 с.
12. Breitenbach, J., Kränzlin F. Fungi of Switzerland. Volume 3: Boletes and Agarics (1st Part). Strobilomycetaceae, Boletaceae, Paxillaceae, Gomphidiaceae, Hygrophoraceae, Tricholomataceae, Polyporaceae (lamellate). Luzern, Switzerland: Verlag Mykologia, 1991. 361 p.

I. A. Gorbunova

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk  
e-mail: fungi2304@gmail.com

#### AGARICOID AND GASTEROID BASIDIOMYCETES OF ALTAI-SAYAN MOUNTAIN AREA, NEW AND RARE SPECIES

**Summary.** The agaricoid and gasteroid basidiomycetes of Altai-Sayan mountains have been re-searches. Several new and rare species found for Siberia and Russia.

## ПОЛИМОРФИЗМ ИЗОЛЯТОВ ГРИБА *COLLETOTRICHUM LAGENARIA* ИЗ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Актуальность контроля внутривидовой изменчивости гриба *Colletotrichum lagenaria* (Pass.) Ellis & Halst. (1893) [syn. *C. orbiculare* (Berk. et Mont) Arx (1957)] обусловлена полномасштабным распространением антракноза, существенно снижающим товарную и семенную продуктивность видов семейства *Cucurbitaceae* L. в регионе Северного Кавказа.

В 2012–2014 гг. с вегетирующих на Черноморском побережье Кавказа тыквенных культур отбирали пораженные антракнозом листья, плоды и семена. Локальные популяции обозначали согласно выборкам инфекционного материала начальными буквами латинских названий растений-хозяев: *Cs* (*Cucumis sativus* L. – огурец), *Lc* (*Luffa cylindrica* L. – люффа), *Ls* (*Lagenaria siceraria* L. – лагенария), *Ca* (*Cucumis anguria* L. – ангурия) [2]. Гриб в чистую культуру выделяли стандартными методами [9]. Число анализируемых по основным морфологическим (окраска и топография колоний) и паразитическим (радиальная скорость роста – *Kr*, агрессивность – *Agr*, фитотоксичность – *Fit*) признакам изолятов составило соответственно 237 и 110. Колонии изолятов описывали по Неегарду [6], а пигментацию – по модифицированной шкале Бондарцева [8]. Паразитические признаки изолятов оценивали общепринятыми методами [1, 4, 5, 9]. Тест изолятов на агрессивность (*Agr*) проводили на дисках из листьев вышеозначенных растений-хозяев и завязях люффы, диаметр некрозов учитывали на третьи сут. после инокуляции. Фитотоксичность (*Fit*) изолятов определяли на проростках огурца и кукурузы [5, 9]. Значения паразитических признаков ранжировали в баллах (*b*) по шкалам: [*Kr* (мм/сут./ балл): минимальный (0–1/0–1), низкий (1,1–3/1,1–2), средний (3,1–4/2,1–3), высокий (4,1–5/3,1–4), максимальный (5,1–6/4,1–5); *Agr* (см<sup>2</sup>/ балл): минимальный (0–1/0–1), низкий (1,1–1,5/1,1–2), средний (1,6–2/2,1–3), высокий (2,1–2,5/3,1–4),

максимальный (2,6–3/4,1–5); *Fit* (%/ балл): минимальный (10–20/0–1), низкий (21–40/1,1–2), средний (41–60/2,1–3), высокий (61–80/3,1–4), максимальный (81–100/4,1–5)]. Показатели признаков *Kr*, *Agr*, *Fit* преобразовали в индекс агрессивности (*Iagr*), ранжированный по шкале (низкий: <1; средний: 1,1–3; высокий: >3). Внутривидовое разнообразие и степень сходства популяций определяли по среднему числу ( $\mu$ ) и доле редких морфотипов (*h*) [7]. Частоту распределения морфотипов по анализируемым признакам оценивали с помощью индекса разнообразия Шеннона (*H*) [10]. Экспериментальные данные обрабатывали методами статистического анализа с использованием пакетов прикладных программ Excel и Statistica.

Тестируемые изоляты *C. lagenaria* отличались изменчивостью морфологических и паразитических признаков [1, 3–5]. По признаку окраски колоний выделены 5 морфотипов: дымчатый (*fum*), темно-серый (*atr*), лососево-колерный (*salm*), лиловый (*lil*), беловатый (*alb*). Характерная для изолятов *C. lagenaria* дымчатая и темно-серая окраска обусловлена наличием пигмента меланина. Синтез меланина в морфотипах с редуцированной пигментацией, вероятно, блокирован действием мутагенных факторов и, в частности, интенсивной солнечной инсоляцией характерной для 6-й световой зоны. В локальных популяциях *C. lagenaria* состав и соотношение морфотипов варьировали существенно: *Cs* ( $\mu = 4,75 \pm 0,04$ ), *Lc* ( $\mu = 4,54 \pm 0,09$ ), *Ls* ( $\mu = 3,72 \pm 0,07$ ), *Ca* ( $\mu = 3,57 \pm 0,03$ ). Подтверждено близкое сходство между популяциями *Cs–Lc* и *Ls–Ca*, причем долей редких морфотипов выделялась *Ca* ( $h = 0,108 \pm 0,005$ ). Высокой степенью разнообразия отличались морфотипы *fum* и *atr* ( $H = 2,1$  и  $2,03$ ), средней – *salm* и *lil* ( $H = 1,84$  и  $1,37$ ), а низкой – *alb* ( $H = 0,52$ ).

По топографии колоний морфотипы дифференцировали как бархатистые и шерстистые –

*fum* и *atr*, бархатистые и пушистые – *salm* и *lil*, пушистые и шерстистые – *alb*.

По признаку радиальной скорости роста (*Kr*) подтверждена существенная изменчивость морфотипов ( $Cv = 38,2\%$ ), о чем свидетельствует высокая корреляционная зависимость ( $Cr = 0,88 \pm 0,05$  между средним баллом ( $bs = 3,29 \pm 0,06$ ;  $b_{\min-\max} = 0,68-4,95$ ) и стандартным отклонением ( $\sigma = 1,26$ ). В соответствии со значениями *Kr* морфотипы распределили на быстро – *fum* и *atr*, средне – *salm* и *lil* и слаборастущие – *alb* (рис. 1). Показатели морфотипов *Kr* и индекс Шеннона находились в высокой положительной корреляционной связи: *fum* ( $Cr = 0,85 \pm 0,09$ ), *atr* ( $Cr = 0,73 \pm 0,13$ ), *salm* ( $Cr = 0,72 \pm 0,14$ ), *lil* ( $Cr = 0,86 \pm 0,12$ ), *alb* ( $Cr = 0,99 \pm 0,04$ ).

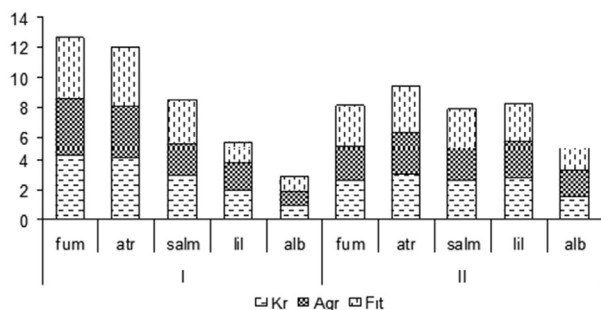


Рис. 1. Дифференциация морфотипов *Colletotrichum lagenaria* по показателям паразитических признаков и индексу Шеннона: I – паразитические признаки (балл), II – индекс Шеннона; *Kr* – радиальная скорость роста, *Agr* – агрессивность, *Fit* – фитотоксичность; морфотипы (то же на рис. 2): *fum* – дымчатый, *atr* – темно-серый, *salm* – лососево-колерный, *lil* – лиловый, *alb* – беловатый

По признаку агрессивности (*Agr*) морфотипы варьировали значительно ( $Cv = 40,6\%$ ), что подтверждает высокая корреляционная связь ( $Cr = 0,81 \pm 0,06$ ) показателей среднего балла ( $bs = 3,15 \pm 0,07$ ;  $b_{\min-\max} = 0,66 - 4,95$ ) и стандартного отклонения ( $\sigma = 1,28$ ). В соответствии с показателями *Agr* морфотипы распределили на высоко – *fum* и *atr*, средне – *salm* и *lil*, слабоагрессивные – *alb* (рис. 1). Между значениями *Agr* и индексом Шеннона выявлена высокая положительная корреляционная связь: *fum* ( $Cr = 0,87 \pm 0,08$ ), *atr* ( $Cr = 0,92 \pm 0,06$ ), *salm* ( $Cr = 0,96 \pm 0,06$ ), *lil* ( $Cr = 0,97 \pm 0,05$ ), *alb* ( $Cr = 0,99 \pm 0,04$ ).

По признаку фитотоксичности (*Fit*) морфотипы различались существенно ( $Cv = 38,9\%$ ), на что указывает высокая корреляционная за-

висимость ( $Cr = 0,99 \pm 0,01$ ) между значениями среднего балла ( $bs = 3,18 \pm 0,09$ ;  $b_{\min-\max} = 0,54 - 4,99$ ) и стандартного отклонения ( $\sigma = 1,24$ ). Согласно значениям *Fit* морфотипы дифференцировали на высоко – *fum* и *atr*, средне – *salm* и *lil*, слаботоксичные – *alb* (рис. 1). Показатели *Fit* и индекс Шеннона находились в высокой положительной корреляционной зависимости: *fum* ( $Cr = 0,89 \pm 0,08$ ), *atr* ( $Cr = 0,82 \pm 0,11$ ), *salm* ( $Cr = 0,92 \pm 0,08$ ), *lil* ( $Cr = 0,95 \pm 0,07$ ), *alb* ( $Cr = 0,99 \pm 0,04$ ).

Кластерный анализ показателей паразитических признаков *Kr*, *Agr*, *Fit* выявил близкое сходство морфотипов *fum* – *atr* и *lil* – *alb* (рис. 2). В соответствии с индексом *Iagr* морфотипы дифференцировали на высоко – *fum* ( $Iagr = 4,26$ ) и *atr* ( $Iagr = 4,05$ ), средне – *salm* ( $Iagr = 2,86$ ) и *lil* ( $Iagr = 1,92$ ) и слабоагрессивные *alb* ( $Iagr = 0,95$ ). Изоляты *alb*-морфотипа, характеризующиеся редуцированной пигментацией и низкой агрессивностью, представляют практическую ценность как маркеры в популяционно-генетических анализах и потенциальные индукторы устойчивости тыквенных культур к антракнозу. По показателю *Iagr* сходными оказались локальные популяции паразита: *Cs* – *Lc* ( $Iagr = 2,87 - 2,79$ ), *Ls* – *Ca* ( $Iagr = 2,56 - 2,52$ ). В исследуемом ареале Северного Кавказа популяция *C. lagenaria* характеризуется средним уровнем агрессивности ( $Iagr = 2,68$ ).

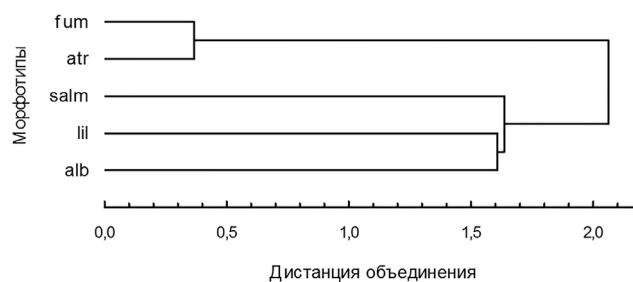


Рис. 2. Дендрограмма сходства морфотипов *Colletotrichum lagenaria*

Таким образом, впервые дана оценка внутривидового разнообразия *Colletotrichum lagenaria* (Pass.) Ellis & Halst. – возбудителя антракноза тыквенных культур на Северном Кавказе. Выделены 5 морфотипов и доказаны их различия по паразитическим признакам.

### Список литературы

1. Гринько Н. Н. Агрессивность гриба *Colletotrichum lagenaria* // Фотоальбом, 2013. URL: <https://www.facebook.com/nina.grinko/photos>.
2. Гринько Н. Н. Растения-хозяева *Colletotrichum lagenaria* // Фотоальбом, 2013. URL: <https://www.facebook.com/nina.grinko/photos>.
3. Гринько Н. Н. Внутривидовой полиморфизм гриба *Colletotrichum lagenaria* // Фотоальбом, 2014. URL: <https://www.facebook.com/nina.grinko/photos>.
4. Гринько Н. Н. Паразитизм in vitro гриба *Colletotrichum lagenaria* // Фотоальбом, 2014. URL: <https://www.facebook.com/nina.grinko/photos>.
5. Гринько Н. Н. Фитотоксичность гриба *Colletotrichum lagenaria* // Фотоальбом, 2014. URL: <https://www.facebook.com/nina.grinko/photos>.
6. Дьяков Ю. Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов. М.: ИД «Муравей», 1998. 384 с.
7. Животовский А. Л. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. М.: Наука, 1982. С. 38–44.
8. Кутафьева Н. П. Морфология грибов. Новосибирск: Сиб. универ. изд-во, 2003. 215 с.
9. Методы экспериментальной микологии. Киев: Наук. думка, 1982. 550 с.
10. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 181 с.

N. N. Grinko

Adler experimental station VIR, Sochi  
e-mail: [nina-grinko@yandex.ru](mailto:nina-grinko@yandex.ru)

### POLYMORPHISM OF ISOLATES OF FUNGUS OF *COLLETOTRICHUM LAGENARIA* FROM NORTH CAUCASUS

**Summary.** The estimation of intraspecific diversity of *Colletotrichum lagenaria* (Pass.) Ellis & Halst. in natural population – an agent of anthracnose types of family of Cucurbitaceae L. in the

North Caucasus is presented for the first time. 5 morphotypes were isolated and their distinctions are well-proven on parasitic signs.

О. А. Грум-Гржимайло, Е. Н. Биланенко

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: [olgrgr@wsbs-msu.ru](mailto:olgrgr@wsbs-msu.ru)

### МИКРОМИЦЕТЫ ОТШНУРОВЫВАЮЩИХСЯ ОТ БЕЛОГО МОРЯ ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА КИСЛО-СЛАДКОЕ\*

Представлены исследования микобиоты разных компонентов отшнуровывающегося от Белого моря оз. Кисло-Сладкое, расположенного в 2 км к востоку от Беломорской биологической станции им. Н. А. Перцова МГУ им. М. В. Ломоносова (66°34' N, 33°08' E). Биостанция расположена на Карельском берегу Кандалакшского залива Белого моря, на северной стороне полуострова Киндо, имеющем протяжение 7 км с востока на запад. Полуостров Киндо представляет собой скалистую сопку высотой

90–115 м, покрыт таежным лесом, преимущественно хвойным. Вдоль берега тянется полоса мелколесья из березняка и осинника. Поскольку Белое море приливно-отливное, то обязательной частью берега является литораль, ширина которой зависит от крутизны берега. Приливы имеют правильный полусуточный характер, их скорость – 0,1–4 м/сек, приливные скорости выше отливных. Максимальная амплитуда изменения уровня воды (в сизигий) – около 2 м, средняя квадратурная – около 1 м [1, 2, 6].

© Грум-Гржимайло О. А., Биланенко Е. Н., 2015

\* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 11–04–01576–а) и международной программы IAMONET Erasmus Mundus.



Геоморфологической особенностью исследуемой территории является интенсивное поднятие берегов со средней скоростью 5 мм в год [7, 12]. Берега Кандалакшского залива пологие и сильно изрезанные, поэтому их поднятие служит причиной отделения от акватории моря многочисленных губ, небольших заливов и прибрежных проливов, а также образования новых островов, полуостровов и небольших «отшнуровывающихся» от моря озер. Отделяющиеся от моря небольшие водоемы постепенно теряют с ним связь, опресняются и заболачиваются [2, 8, 10, 11]. Таким образом происходит образование болот, которые покрывают до 80 % побережья Белого моря, и о происхождении которых свидетельствуют следы осолонения в придонных слоях, особенности рельефа, а также данные радиоуглеродного и диатомового анализов [2, 5, 8, 10, 13].

Объединяющие особенности отделяющихся от Белого моря водоемов – наличие слабого постоянного пресного стока и близкие морфометрические характеристики: горизонтальные размеры 100–200 м, около половины площади с глубинами до 1 м, локальная котловина глубиной 4–8 м, глубина порога менее 1 м. Гидрологи выделяют три стадии отделения. Для первой характерно сохранение полусуточного ритма приливного водообмена водоема с морем, который по причине поднимающегося порога становится все более ассиметричным: продолжительности прилива и отлива сокращаются и увеличиваются, соответственно. Влияние моря уменьшается, но существенного сдвига в сторону опреснения водоема на этой стадии не происходит, так как вода свободно стекает через порог. На второй стадии отделения прекращается регулярный обмен между морем и водоемом, и проникновение морских вод становится эпизодическим, при совпадении сизигийных приливов и нагонов. В результате обособления водоема от моря на него перестают оказывать влияние морская и ветровая турбулентности, образуются различные по температуре и солености слои воды, между которыми начинают работать процессы молекулярного обмена. Третьей стадии отделения соответствует более высокое поднятие порога, морская вода перестает проникать в водоем, на поверхности начинает накапливаться пресная вода, в резуль-

тате чего образуется двухслойная структура, состоящая из пресного слоя толщиной 1–2 м и подстилающего соленого слоя. Развитие отшнуровывающихся от моря озер может идти разными путями [8].

Объектом нашего исследования было озеро Кисло-Сладкое (Полупресное), находящееся на второй стадии отделения от моря, площадью примерно 7900 кв. м, со средней глубиной 1–1,5 м. Максимальная глубина (4,5 м) отмечена в небольшой по площади (3×4 м) впадине, находящейся почти в центре озера. Озеро Кисло-Сладкое образовалось в результате отчленения акватории пролива между небольшим островом и северным коренным берегом полуострова Киндо. В 60-е годы XX века озеро не являлось самостоятельным водоемом. Дно пролива с двух сторон ограждали два подводных порога, которые в результате общего поднятия суши вышли на поверхность и образовали перемычки, отделяющие акваторию озера от моря. Одна из перемычек заросла травой и затапливается только в периоды снеготаяния. Через вторую перемычку, сложенную окатанными валунами и галькой, осуществляется слабый поверхностный водообмен с Кандалакшским заливом во время приливов [11, 12]. В настоящее время озеро Кисло-Сладкое уже практически отделилось от моря, но высота порога при этом не препятствует свободному стоку поверхностных вод, поэтому оно не опресняется. Это состояние водоема-изгиба, отторгнутого морем, но не освоенного суши, обуславливает своеобразие физических, химических, биологических и других параметров [8]. Видовой состав живых организмов таких экотопов уникален, однако мало изучен. Грибы, обитающие в отделяющихся от моря водоемах, ранее не изучались.

Для исследования грибов 42 образца живых частей сфагнома, очеса и торфа разной степени разложения, берегового и придонного ила, а также почвы, окружающей озеро, были отобраны и посеяны на стандартные и селективные питательные среды [4]. Идентификацию видов грибов проводили по морфолого-культуральным признакам и с использованием молекулярных методов (участки ITS, LSU рДНК).

В результате исследования микобиоты разных компонентов озера Кисло-Сладкое были

выделены изоляты, относящиеся к 154 таксонам и морфотипам грибов, наибольшая доля которых принадлежала к отд. Ascomycota (71,2 %), преимущественно пор. Helotiales, Dothideales, Eurotiales и Hypocreales. Доли отд. Basidiomycota и Zygomycota составили по 5,1 %. Остальные 18,6 % были отнесены к стерильному мицелию.

По пространственной частоте встречаемости в сфагновом торфе преобладали виды *Sarocladium strictum*, *Cadophora luteo-olivacea*, *Cladosporium antarcticum*, *C. allicinum*, *C. cladosporioides*, *C. herbarum*, *Hypocreales* spp., *Penicillium spinulosum*, *Pochonia bulbilosa*, *Tolypocladium cylindrosporium* и *Elaphocordyceps subsessilis*. В осоковом торфе высокие значения частоты встречаемости были у видов *Cadophora luteo-olivacea*, *Talaromyces funiculosus* и *Elaphocordyceps subsessilis*, в почве – у видов *Penicillium glabrum*, *P. spinulosum*, *Trichoderma polysporum* и *Umbelopsis ramanniana*. Виды *Acremonium potronii*, *Acremonium* spp., *Antrodia* sp., *Paradendryphiella salina*, *Penicillium aurantiogriseum*, *P. glabrum*, *P. thomii*, *Penicillium* sp., *Talaromyces funiculosus*, *Sistotrema brinkmannii*, *Tolypocladium cylindrosporium*, *Elaphocordyceps subsessilis*, *Trichoderma harzianum* и *T. viride* преобладали по пространственной частоте в грунтах литорали, вид *Cladosporium cladosporioides* – в придонном иле. Морфотипы стерильного мицелия с высокими значениями пространственной частоты были изолированы из всех исследованных компонентов озера, кроме почвы. Общим для всех исследованных компонентов озера Кисло-Сладкое был вид *Elaphocordyceps subsessilis*, вид *Penicillium spinulosum* был изолирован из всех образцов, кроме придонного ила, вид *Cadophora luteo-olivacea* не был изолирован только из почвы. Виды *Alternaria* sp., *Cladosporium cladosporioides*, *Mucor hiemalis*, *Talaromyces funiculosus*, *T. variabilis*, *P. glabrum*, *P. verrucosum* и *Tolypocladium cylindrosporium* были выделены из сфагнового и осокового торфа и из образцов литоральной зоны, виды *Acremonium* sp.,

*Sarocladium strictum*, *Aspergillus tubingensis*, *A. ustus*, *A. versicolor*, *Beauveria bassiana*, *Cadophora fastigiata*, *C. melinii*, *Cladosporium antarcticum*, *C. allicinum*, *Engyodontium album*, *Eurotium* sp., *Nectriaceae* sp., *Penicillium thomii*, *Sistotrema brinkmannii*, *Sistotrema* sp., *Trichoderma harzianum*, *T. polysporum*, *Umbelopsis isabellina*, *U. ramanniana* и *Xylobolus* sp. были изолированы из торфа осокового и литорали. Наибольшее сходство видового состава грибов отмечено для микобиоты литорали и придонного ила озера, наименьшее – для ила и сфагнового торфа. В целом значения коэффициентов сходства видового разнообразия Сьеренсена невысокие (от 0,11 между микобиотой почвы и литорали до 0,23 между микобиотой литорали и придонного ила).

Прослеживается зависимость изменения видового состава грибов от типа образца и его свойств (значения pH, органического состава и др.). Эта корреляция была подтверждена лабораторными исследованиями параметров роста грибов, выделенных из образцов озера Кисло-Сладкое, при разных значениях pH и на средах с различными источниками углерода [4]. Структура микобиоты озера отражает как существующую связь с морем, так и процесс постепенного заболачивания этого отделяющегося от моря водоема. Так, из образцов сфагнового торфа заболачивающегося берега озера были выделены типичные для верховых болот виды грибов, это *Oidiodendron ambiguum*, *O. griseum*, *Penicillium spinulosum*, *Cladosporium* spp. Виды рода *Oidiodendron* известны как деструкторы сфагновых мхов [3]. Из образцов литоральной зоны, подвергающейся наибольшему воздействию моря, были выделены типичные для морских местообитаний виды, такие как *Acremonium fuci*, *A. potronii* и рода *Acremonium*, *Paradendryphiella salina*, *Cadophora* spp., *Cladosporium* spp. [4, 9]. Таким образом, отделяющееся от Белого моря озеро Кисло-Сладкое представляет собой многокомпонентную систему с разнообразными условиями, что отражает исследованная микобиота.

#### Список литературы

1. Бианки В. В. Водно-болотные угодья России. 1998. URL: <http://wetlands.oopt.info/kandal/physgeo.html>.
2. Бубнова Е. Н. Изменения комплексов почвообитающих грибов при переходе от зональных почв к морским экотопам (на примере побережья Кандалакшского залива Белого моря) : дис. ... канд. биол. наук. М., 2005. 145 с.

3. Грум-Гржимайло О. А., Биланенко Е. Н. Комплексы микромицетов верховых болот побережья Кандалакшского залива Белого моря // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46, вып. 5. С. 297–305.
4. Грум-Гржимайло О. А. Микромицеты заболочивающихся водоемов побережья Кандалакшского залива Белого моря : дис. ... канд. биол. наук. М., 2013. 242 с.
5. Елина Г. А. Многоликие болота. Л.: Изд-во «Наука», 1987. 190 с.
6. Зенкевич Л. А. Биология Белого моря // Труды Беломор. биол. станции МГУ. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. Т. 1. 284 с.
7. Кузнецова А. М. Эволюция почв при тектоническом поднятии морских берегов Северной Карелии : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2000. 24 с.
8. Пантюлин Н. А., Краснова Е. Д. Отделяющиеся водоемы Белого моря: новый объект для междисциплинарных исследований // Материалы XIX Международ. науч. конф. (школы) по морской геологии «Геология морей и океанов». М. 2011. Т. III. С. 241–245.
9. Пивкин М. В. Вторичные морские грибы Японского и Охотского морей : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М. 2010. 40 с.
10. Романенко Ф. А., Шилова О. С. Последнедевонское поднятие Карельского берега Белого моря по данным радиоуглеродного и диатомового анализов озерно-болотных отложений п-ова Киндо // Доклады Академии наук. 2012. Т. 442. С. 544–548.
11. Сиднева Е. Н. Изменения растительности в связи с поднятием берегов (окрестности ББС, о. Великий) // Материалы науч. конф., посвящ. 70-летию Беломор. биол. станции им. Н. А. Перцова. М.: Изд. «Гриф и К», 2008. С. 203–207.
12. Шапоренко С. И., Корнеева А. Н., Пантюлин А. Н., Перцова Н. М. Особенности экосистем отшнуровывающихся водоемов Кандалакшского залива Белого моря // Водные ресурсы. 2005. Т. 35. № 5. С. 517–532.
13. Шилова О. С. Голоценовые диатомеи болот Кольского полуострова и Северо-Восточной Карелии. М.: МАКС Пресс, 2011. 177 с.

**Е. И. Гульятеева, Е. Л. Шайдаюк**

Всероссийский научно-исследовательский институт  
защиты растений  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: gullena@rambler.ru

## **ПОЛИМОРФИЗМ РОССИЙСКИХ ИЗОЛЯТОВ ГРИБА *Puccinia triticina* ERIKS ПО ВИРУЛЕНТНОСТИ\***

В результате эволюции популяций происходит изменение их генетического состава. Оценка полиморфизма популяций является одним из инструментов для изучения микроэволюционного процесса, позволяет охарактеризовать внутривидовую и межвидовую дифференциацию и выявить дискретные изменения. Популяционные исследования бурой ржавчины на территории бывшего СССР проводятся в ВИЗРе с 1980-х гг. С помощью оригинального набора тестеров вирулентности Л. А. Михайловой [2] показано существование европейской популяции, занимающей территорию от северо-западной части РФ до Поволжья, и популяций Западной Азии (Урал, Казахстан, Западная Сибирь), Кавказа, Дальнего Восто-

ка. Поволжье является пограничной зоной, где наблюдается совмещение азиатской и европейской популяций гриба. В результате анализа вирулентности *P. triticina* в 2001–2011 гг., показано высокое фенотипическое сходство между западносибирскими и уральскими популяциями, а также между ЦЧР, Поволжьем и Центральным регионом. Степень сходства северокавказских и северо-западных популяций варьировала по годам исследований [1, 4, 6].

С середины 90-х гг. прошлого столетия популяционные исследования гриба *Puccinia triticina* Eriks. были дополнены молекулярными технологиями. Структура российских популяций с использованием RAPD и УП-ПЦР-маркеров была изучена в 2007 г. Е. И. Гульятеевой

© Гульятеева Е. И., Шайдаюк Е. Л., 2015

и соавторами [4]. В 2014 г. J. Kolmer с соавторами [5] охарактеризовали полиморфизм российских изолятов, собранных в 2006–2010 гг. в 4 зернопроизводящих регионах (Центральном, Северокавказском, Западносибирском и Поволжье) по SSR-маркерам. При этом в данном анализе отсутствовал инфекционный материал гриба с Урала и Северо-Запада.

Цель настоящего исследования – создание расширенной коллекции изолятов гриба *P. triticina*, выделенных из популяций Европейских и Западно-азиатских регионов РФ в 2006–2014 гг. и оценка их полиморфизма по вирулентности и SSR-маркерам.

Для анализа отобрано 179 монопустульных изолятов, собранных в 9 регионах РФ, Казахстане и Китае в 2006–2014 гг. Работа выполнена по методикам лабораторного культивирования *P. triticina*, основанных на применении бензидазола [3]. Коллекция из Поволжья была представлена 35 изолятами, собранными в Волго-Вятском (Чувашия, Нижегородская обл.), Средневолжском (Самарская обл.) и Нижневолжском (Саратовская обл.) регионах; с Северо-Запада – 25 изолятами с Новгородской, Псковской, Ленинградской, Калининградской и Ярославской обл.; с Северного Кавказа – 24 изолятами с Краснодарского, Ставропольского краев и Дагестана; из Западной Сибири – 34 изолятами с Омской, Кемеровской, Томской, Тюменской, Новосибирской обл. и Алтайского края; с Урала – 11 изолятами с Курганской, Челябинской обл. и Башкортостана; с центрально-европейских регионов – 31 изолятом из Центрального региона (Смоленская, Владимирская обл.) и ЦЧР (Тамбовская, Воронежская, Липецкая, Курская обл.). Казахстанские изоляты (15 шт.) были получены из Северного и Южного Казахстана. Из инфекционного материала из Китая выделен 1 монопустульный изолят.

Все изоляты охарактеризованы по признаку вирулентности. Для обозначения фенотипов использована буквенная номенклатура, основанная на определении вирулентности к группам из 5 *Lr*-линий [4, 7]: 1 – *Lr1, Lr2a, Lr2c, Lr3a*; 2 – *Lr9, Lr16, Lr24, Lr26*; 3 – *Lr3ka, Lr11, Lr17, Lr30*; 4 – *Lr2b, Lr3bg, Lr14a, Lr14b*; 5 – *Lr15, Lr18, Lr19, Lr20*. Для определения буквенного кода фенотипов, вычисления индексов внутривидовой

разнообразия и различий между популяциями по вирулентности использовали пакет программ Virulence Analysis Tool (VAT).

Выявлена вариабельность по вирулентности ко всем изучаемым линиям, за исключением *TcLr17* и *TcLr11*. Изоляты, вирулентные к гену *Lr24*, в незначительном количестве обнаружены в краснодарской популяции, к гену *Lr9* – уральской, западносибирской и ЦЧР, а к гену *Lr19* в этих трех популяциях и дополнительно в Поволжье. Существенное варьирование между коллекциями изолятов наблюдали на линиях с генами *Lr1, Lr2a, Lr2b, Lr15, Lr20* и *Lr26*.

Среди 179 изолятов *P. triticina* выявлено 62 фенотипа вирулентности. Наиболее представленными являлись фенотипы ТНТТR, ТНТТQ и ТGTТR, которые встречались в 5 регионах РФ и Казахстане. Изоляты из Китая были представлены одним фенотипом NGKPH и не выявлены в российских и казахских популяциях. Внутривидовое разнообразие по фенотипическому составу было выше в северо-западной, северокавказской и волжской популяциях (индекс Космана (KWm) 0,29; 0,28; 0,24, соответственно) и незначительно ниже в центрально-европейской, уральской и западносибирской (KWm: 0,20; 0,19; 0,16) (табл. 1). Низкое разнообразие в коллекции изолятов казахской популяции (0,09) и китайской (0) в первую очередь объясняется их меньшей представленностью (количеством изолятов), по сравнению с основной коллекцией.

Согласно UPGMA дендрограмме и многомерной диаграмме Multidimensional scaling plot (NTSYSpc, Version 2.2) генетического сходства по вирулентности коллекции изолятов кластеризовались в 4 близкородственные группы: 1) западносибирские, уральские, казахские; 2) поволжские и центрально-европейские (Центральный регион и ЦЧР); 3) северокавказские; 4) северо-западные, что в целом укладывается в гипотезу Л. А. Михайловой о существовании на территории РФ нескольких групп популяций. Образцы из Поволжья, как и ранее [2], показали высокое сходство с западно-азиатской и европейской популяциями. Северокавказские образцы популяций, включенные в данный анализ, характеризовались слабым сходством с европейскими, что также согласуется с результатами Л. А. Михайловой [2], которая в разные

Разнообразие популяций *P. triticina* по вирулентности

Показатели	Регионы РФ*						Казахстан	Китай
	СЗ	Ц	В	У	СК	ЗС		
Число изолятов, n	25	31	35	11	24	35	13	1
Число фенотипов, ph	14	17	15	8	17	11	2	1
Частота доминантного фенотипа, %	24	30	40	27	17	35	54	100
Среднее число аллелей вирулентности	13	15	14	16	13	16	16	11
Simple richness (ph/n)	0,56	0,55	0,83	0,73	0,63	0,31	0,15	1
Evenness, E (равномерность распределения фенотипов)	0,92	0,90	0,82	0,95	0,96	0,84	0,99	0
Индексы разнообразия: Космана (KWm)	0,29	0,20	0,24	0,19	0,28	0,16	0,09	0
ADW	0,22	0,17	0,19	0,14	0,22	0,13	0,07	0

Примечание: \*СЗ – Северо-Западный, Ц – Центральный и ЦЧР, В – Поволжье (Нижеволжский, Волго-Вятский), У – Уральский, СК – Северо-Кавказский, ЗС – Западно-Сибирский.

(1980–2000 гг.) годы наблюдала как отсутствие, так и разную степень сходства между кавказскими и европейскими образцами популяций. Эти результаты анализа вирулентности в дальнейшем будут использованы для сравнения с SSR-анализом.

Отработаны методические подходы для проведения SSR-анализа и начато генотипирование изолятов. Оценена эффективность микросателлитных маркеров, предложенных для оценки полиморфизма изолятов гриба *P. triticina* на Североамериканском континенте [5]. Среди 23 SSR-маркеров не все оказались результативными для анализа российских популяций. Маркер PtSSR3 не выявлялся ни у одной

из 179 проанализированных ДНК-проб. Определение размера SSR-аллелей нами выполняется на генетическом анализаторе ABI Prism 3500 (ABI-Hitachi, Япония), в отличие от исследований в Cereal Diseases Laboratory (США) [5], где используется анализатор LI-COR (Lincoln, NE) 4200 или 4300. К настоящему моменту охарактеризован SSR-полиморфизм коллекций изолятов из Казахстана и Северо-Запада и выявлены различия между ними. Внутри северо-западной популяции калининградские изоляты по ряду SSR-маркеров отличались от псковских, ленинградских и новгородских. Данная работа с другими региональными коллекциями продолжается.

#### Список литературы

1. Гультяева Е. И. Динамика изменчивости российских популяций *Puccinia triticina* в 2001–2011 годах // Современная микология в России. Т. 3 : материалы 3-го Съезда микологов России. М.: Нац. академия микологии, 2012. С. 183.
2. Михайлова Л. А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы / под ред. акад. РАСХН М. М. Левитина. СПб.: ВИЗР, 2006. 80 с.
3. Михайлова Л. А., Гультяева Е. И., Мироненко Н. В. Методы исследования генетического разнообразия популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* Rob.ex Desm.f.sp.*tritici*. СПб.: РАСХН, ВНИИЗР, Инновац. центр защиты растений, 2003. 24 с.
4. Gulyaeva E. I., Dmitriev A. P., Kosman E. Regional diversity of Russian populations of *Puccinia triticina* in 2007 // Canadian J. Plant Pathology. 2012. V. 34. P. 213–224.
5. Kolmer J. A., Kابدulova M. G., Mustafina M. A., Zhemchuzhina N. S. Dubovoy V. Russian populations of *Puccinia triticina* in distant regions are not differentiated for virulence and molecular genotype // Plant Pathology. 2014 (в печати).
6. Lind V., Gulyaeva E. Virulence of *Puccinia triticina* on winter wheat in Germany and the European regions

of Russian Federation // J. Phytopathology, 2007. V. 155. P. 13–21.

7. Long D.L., Kolmer J. A. North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* // Phytopathology, 1989. V. 79. P. 525–529.

E. I. Gulyaeva, E. L. Shaydayuk

All-Russian institute of plant protection, St. Petersburg  
e-mail: gullena@rambler.ru

## VIRULENCE POLYMORPHISM OF RUSSIAN *PUCCINIA TRITICINA* ISOLATES

**Summary.** Virulence of *P. triticina* isolates collected in 9 agroecological regions of Russian Federation and Kazakhstan in 2006–2014 was studied. 62 virulence phenotypes were revealed among tested 179 isolates. The variability for virulence to genes *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3a*, *Lr3bg*, *Lr3ka*, *Lr9*, *Lr14a*, *Lr14b*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr18*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr24*, *Lr26* and *Lr30* was revealed but all isolates were virulent to *Lr17* and *Lr11*. Virulence to gene *Lr24* were determined in Krasnodar population; to gene *Lr9* in Ural, West Siberian and Central population

and to gene *Lr19* in these three populations and in additional Volga one. According to UPGMA-dendrogram reliable differences between region collections of isolates have been revealed. The isolates in terms of the degree of similarity were clustered into 4 groups. The first group consisted of isolates from West Siberia, Ural and Kazakhstan. The second group included isolates from Volga, Central and Central Black Earth regions. The third group was presented by North Caucasian isolates and fourth by North Western ones.

Е. И. Гульятеева, Е. Л. Шайдаюк

Всероссийский научно-исследовательский институт  
защиты растений  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: gullena@rambler.ru

## ВИРУЛЕНТНОСТЬ ГРИБА *PUCCINIA TRITICINA* ERIKS. НА ГЕКСАПЛОИДНЫХ ВИДАХ ПШЕНИЦЫ И ЭГИЛОПС\*

Буряя ржавчина – наиболее распространенное заболевание пшеницы во всем мире. Возбудитель *Puccinia triticina* Eriks. является двуххозяйным паразитом с полным жизненным циклом. Гриб относится к отряду Basidiomycota, классу Urediniomycetes, семейству Pucciniaceae. В номенклатурном аспекте название вида претерпело несколько ревизий. В начале XIX века возбудитель бурой ржавчины был описан Августинном де Кандолли как *Uredo rubigo-vera* (DC). В середине 1880-х годов Г. Винтер отнес возбудителя данного заболевания к *P. rubigo-vera*, оговорив при этом, что этот таксон является сборным видом (species complex). В 1890-х гг. Д. Эрикссон отметил узкую специализацию данного возбудителя к растению-хозяину – пшенице и определил его как вид *P. triticina* Eriks. В середине 1990-х Г. В. Кумминс и Р. М. Калдвел на основании близких симптомов проявления бурой

ржавчины на пшенице и ржи и сходной морфологии урединио- и телиоспор отнесли его к виду *P. recondita* с подразделением на отдельные специализированные формы (f. sp. *tritici* и f. sp. *secalis* соответственно) (цит. по [4]). Таким образом, определение грибов по симптомам на растениях в стадии урединиоспор привело к широкому применению неверной номенклатуры данных возбудителей, различия между которыми заключаются в ряде важных признаков, например, по промежуточным растениям-хозяевам, размеру телиоспор, относительному содержанию ядерной ДНК пикноспор (relative Nuclear DNA content in picnosporos), а также на основании различий в нуклеотидной последовательности ДНК области рибосомального гена (ITS-сиквенсов) [1].

Большинство популяционных исследований гриба *Puccinia triticina* Eriks. выполнены

с использованием инфекционного материала *Triticum aestivum* L. Однако возбудитель бурой ржавчины в вегетативной фазе жизненного цикла обитает и на других гексаплоидных видах пшеницы и эгилопс. Несмотря на это, в литературе имеется ограниченная информация о вирулентности и составе популяций гриба на этих растениях-хозяевах [3].

Цель данного исследования – сравнительный анализ популяций гриба *P. triticina* на гексаплоидных видах пшеницы: *T. aestivum* L., *T. compactum* Host., *T. macha* Dekapr. et Manabde, *T. petropavlovskiyi* Udacz. et Migusch., *T. spelta* L., *T. sphaerococcum* Pers., *T. vavilovii* Jakubz. и эгилопс: *Ae. juvenalis* Thell., *Ae. trivialis* Zhuk. по признаку вирулентности.

Инфекционный материал, представленный листьями с урединиопустулами, был собран в 2014 г. на коллекционном поле Дагестанской опытной станции ВИР с образцов к-1722 (Узбекистан) *Ae. juvenalis* ( $2n = 4x = 42$ , DDMMUU); к-658, и-113449 (Узбекистан) *Ae. trivialis* ( $2n = 4x = 42$ , DcDcDDMM); к-35211 (Турция), к-49138 (Афганистан), к-41308 (Монголия) *T. compactum* ( $2n = 4x = 42$ , ВВАUAUDD); к-28186 (Грузия) *T. macha*; к-64828 (Мексика) *T. petropavlovskiyi*; к-61960 (Афганистан), к-9385 (Украина), кк-56569, 52469 (Таджикистан) *T. spelta*; и-619564 (Ирак) *T. sphaerococcum*, кк-29533, 51765 (Армения) *T. vavilovii* и смеси сортов *T. aestivum*.

Популяции с сухих листьев были реанимированы на восприимчивом сорте и клонированы. Все изоляты охарактеризованы по признаку вирулентности на 20 почти изогенных линиях Thatcher (Tc). Для обозначения фенотипов использовали буквенную североамериканскую номенклатуру [6], основанную на определении вирулентности к наборам изогенных линий Tc: группа 1: *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2c*, *Lr3a*; группа 2: *Lr9*, *Lr16*, *Lr24*, *Lr26*; группа 3: *Lr3ka*, *Lr11*, *Lr17*, *Lr30*, группа 4: *Lr2b*, *Lr3bg*, *Lr14a*, *Lr14b*, группа 5: *Lr15*, *Lr18*, *Lr19*, *Lr20*. Работа выполнена по методикам лабораторного культивирования *P. triticina*, основанных на применении бензидазола [2].

Все изученные популяции характеризовались авирулентностью к генам *Lr9*, *Lr19*, *Lr24* и вирулентностью к *Lr3ka*, *Lr11*, *Lr14a*, *Lr17*, *Lr30*. Варибельность отмечена на линиях *TcLr1*,

*TcLr2a*, *TcLr2b*, *TcLr2c*, *TcLr3a*, *TcLr3bg*, *TcLr14b*, *TcLr15*, *TcLr16*, *TcLr18*, *TcLr20* и *TcLr26* (табл. 1). Не выявлено значимых различий по вирулентности между образцами к-658 и и-113449 *Ae. trivialis*; к-35211, к-49138 и к-41308 *T. compactum*; к-29533 и к-51765 *T. vavilovii* и к-9385, к-56569 и к-52469 *T. spelta*. Популяция с образца к-61960 *T. spelta* имела существенные различия от трех других с этого вида.

С использованием международного набора *Lr*-линий-дифференциаторов среди 180 изолятов выявлено 20 фенотипов: *Ae. juvenalis* – ТНТТR (67 %), РGТКG (33 %); *Ae. trivialis* – РGТКВ (100 %); *T. compactum* – РGТКG (97 %), РGТJG (3 %); *T. vavilovii* – МGТКG (77 %), МВТКG (9 %), МGТКВ (9 %), ТGТТQ (5 %); *T. sphaerococcum* – РGТКG (72 %), NВТDГ (14 %), NГТFГ (14 %); *T. petropavlovskiyi* – РНТКG (100 %); *T. macha* – РGТКG (83 %), РGТJG (17 %); *T. spelta1* – КНТТQ (66 %), СНТКG (17 %), КНТТL (17 %); *T. spelta2* – РНТКG (97 %), РНТКВ (3 %); *T. aestivum* – РНТКG (50 %), РGТКН (21), РСТКН (7 %), РСТКG (7 %), РНТКН (7 %), ТНТТQ (7 %). Высокое сходство по фенотипическому составу имели популяции с *T. petropavlovskiyi*, *T. spelta2* и *T. aestivum*, а также с *T. macha*, *T. sphaerococcum* и *T. compactum*.

Характеристика внутривидовой популяционной разнообразия по вирулентности и фенотипическому составу представлена в табл. 2. Согласно трем статистическим индексам разнообразия – Нея,  $H_s$  (по частотам вирулентности), Шеннона,  $Sh$  (по фенотипическому составу) и Космана  $KW_m$  (объединенный по вирулентности и фенотипическому составу) более высокую гетерогенность имели популяции с *T. aestivum*, *T. spelta 1* и *T. sphaerococcum*.

Согласно индексам межпопуляционных различий – Нея (N), Роджерса (R) и Космана (KGst), популяции с *T. spelta (1)* (образец к-61960, Афганистан) и с *Ae. juvenalis* имели наибольшие отличия от остальных изученных. При этом популяции с трех других образцов *T. spelta* (к-9385, Украина; кк-56569, 52469, Таджикистан) показали сходство между собой и с *Ae. trivialis*, *T. compactum*, *T. vavilovii*, *T. sphaerococcum*, *T. petropavlovskiyi*, *T. macha*.

В целом не выявлено существенных различий по вирулентности между популяциями с мягкой пшеницы и с других гексаплоидных

Таблица 1

Вирулентность гриба *P. triticina* на гексаплоидных видах пшеницы и эгилопс (%)

Линия с <i>Lr</i> -геном	Виды пшеницы и эгилопс*									
	<i>Ae.j</i>	<i>Ae.t</i>	<i>T.c</i>	<i>T.v</i>	<i>T.s</i>	<i>T.p</i>	<i>T.m</i>	<i>T.sp1</i>	<i>T.sp2</i>	<i>T.a</i>
9, 19, 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	100	100	100	100	100	100	100	0	100	100
2a, 2b, 15	67	0	0	5	0	0	0	83	0	7
2c	100	100	100	5	100	100	100	83	100	100
3a, 3bg	100	100	100	100	71	100	100	100	100	100
14b	100	100	97	100	86	100	83	100	100	100
16	100	100	100	91	86	100	0	100	100	86
18	100	0	100	91	100	100	100	83	98	100
20	67	0	0	0	0	0	0	0	0	36
26	67	0	0	0	0	100	100	100	100	79
3ка, 14а, 11, 17, 30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание: \* *Ae.j* – *Ae. juvenalis*, *Ae.t* – *Ae. trivialis*, *T.c* – *T. compactum*, *T.v* – *T. vavilovii*, *T.s* – *T. sphaerococcum*, *T.p* – *T. petropavlovskiyi*, *T.m* – *T. macha*, *T.sp1* – *T. spelta1* (к-61960), *T.sp2* – *T. spelta2* (к-9385, к-56569, к-52469), *T.a* – *T. aestivum*.

Таблица 2

Внутрипопуляционное разнообразие *P. triticina* на гексаплоидных видах пшеницы и эгилопс

Показатели	Виды пшеницы и эгилопс									
	<i>Ae.j</i>	<i>Ae.t</i>	<i>T.c</i>	<i>T.v</i>	<i>T.s</i>	<i>T.p</i>	<i>T.m</i>	<i>T.sp1</i>	<i>T.sp2</i>	<i>T.a</i>
Число изолятов, <i>n</i>	9	22	30	21	14	14	12	12	44	14
Число фенотипов, <i>ph</i>	2	1	2	4	3	1	2	3	2	6
Частота доминантного фенотипа, %	67	100	98	76	72	100	83	66	97	50
Среднее число аллелей вирулентности	15	11	11	11	11	13	11	14	12	13
Simple richness ( <i>ph/n</i> )	0,22	0,05	0,07	0,19	0,21	0,07	0,17	0,25	0,05	0,43
Evenness, (равномерность распределения фенотипов)	0,92	0	0,17	0,58	0,73	0	0,65	0,79	0,18	0,8
Индексы разнообразия: Космана ( <i>KWm</i> )	0,17	0	0,01	0,04	0,09	0	0,02	0,08	0,01	0,09
Нея ( <i>Нs</i> )	0,11	0	0,01	0,04	0,07	0	0,01	0,07	0,01	0,07
Шеннона ( <i>Sh</i> )	0,44	0	0,05	0,4	0,45	0	0,28	0,5	0,05	0,68

видов. Низкое сходство популяций *P. triticina* с *T. spelta* (1) и *T. spelta* (2), могло быть обусловлено разным генетическим контролем устойчивости к бурой ржавчине у этих источников

инфекции. Ранее Е.И. Гультьяевой и соавторами [5] показано, что некоторые образцы *T. spelta* из коллекции ВИР различались по данному признаку.

### Список литературы

1. Лекомцева С. Н. Грибы рода *Puccinia* Pers. (*Uredinales*, *Basidiomycota*) // Новое в систематике и номенклатуре грибов / под ред. Ю. Т. Дьякова, Ю. В. Сергеева. М.: Нац. академия микологии – Медицина для всех, 2003. С. 402–417.
2. Михайлова Л. А., Гультьяева Е. И., Мироненко Н. В. Методы исследования генетического разнообразия популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* Rob.ex Desm.f.sp.*tritici*. СПб.: РАСХН, ВНИИЗР, Инновац. центр защиты растений, 2003. 24 с.
3. Михайлова Л. А., Метревели Т. Г. Структура популяции *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp.*tritici* на разных видах пшеницы // Микология и фитопатология. 1986. Т. 20. С. 138–143.
4. Bolton M. D., Kolmer J. A., Garvin D. F. Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina* // Molecular plant pathology, 2008. V. 9. P. 563–575.
5. Gulyaeva E. I., Mikhailova L. A., Karetnikova E. S., Anphilova N. A. *Triticum spelta* L. as a source of new



genes of resistance to wheat leaf rust (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f.sp. *tritici*) // J. of Russian Phytopathological Society. 2002. № 3. P. 61–64.

6. Long D. L., Kolmer J. A. North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* // Phytopathology. 1989. V. 79. P. 525–529.

E. I. Gulyaeva, E. L. Shaydayuk

All-Russian institute of plant protection, St. Petersburg

e-mail: gullena@rambler.ru

## VIRULENCE OF *PUCCINIA TRITICINA* ERIKS. FUNGUS ON HEXAPLOID WHEAT AND *AEGILOPS* SPECIES

**Summary.** The virulence analysis was performed for *Puccinia triticina* populations collected from hexaploid wheat species – *T. aestivum* (mixture of varieties), *T. compactum* (3 samples), *T. macha* (1), *T. petropavlovskiyi* (1), *T. spelta* (4), *T. sphaerococcum* (1), *T. vavilovii* (2) and *Aegi-*

*lops juvenalis* (1) and *Ae. trivialis* (2). Populations from common wheat (*T. aestivum*) showed the significant similarity with other hexaploid wheats populations excepting one collected from *T. spelta* (sample k-61960).

Д. К. Диярова<sup>1</sup>, В. А. Мухин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет  
г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Институт экологии растений и животных УрО РАН  
г. Екатеринбург, Россия

e-mail: dasha\_d@ipae.uran.ru, victor.mukhin@ipae.uran.ru

## УГЛЕРОД КОНВЕРСИОННАЯ АКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ\*

Грибы в целом и дереворазрушающие в частности являются криптиобионтными организмами, вегетативная часть, или мицелий, которых находится в толще органических субстратов, и извлечь его без повреждения не представляется возможным. Поэтому их изучение требует особых подходов и методов. Одним из таких подходов является газометрический, позволяющий анализировать жизнедеятельность грибных организмов в их интактном состоянии по газообмену. При этом, изучая газообмен дереворазрушающих грибов, мы не только оцениваем их дыхательную активность, но и важнейшую и уникальную экологическую функцию данных организмов по переводу органического углерода древесного пула в  $CO_2$ .

Окислительная конверсия углерода древесного пула грибами может быть охарактеризована как с точки зрения ее эффективности, так и активности. Показателем эффективности углерод конверсионной деятельности грибов

является соотношение объема выделенного  $CO_2$  к объему потребленного  $O_2$ . Чем выше данное соотношение, тем более эффективным минерализатором является гриб и наоборот. Результаты наших работ свидетельствуют, что разные группы дереворазрушающих грибов не отличаются по эффективности окислительной конверсии органического углерода древесного дебриса в  $CO_2$ . У трутовых грибов соотношение  $CO_2/O_2$  равно  $0,82 \pm 0,03$  ( $n = 445$ ), агарикоидных  $0,79 \pm 0,1$  ( $n = 32$ ), кортициоидных  $0,77 \pm 0,05$  ( $n = 171$ ), гетеробазидиоидных  $0,88 \pm 0,14$  ( $n = 23$ ), а в среднем для дереворазрушающих грибов оно составляет  $0,81 \pm 0,02$  ( $n = 671$ ).

Активность конверсии углерода дереворазрушающими грибами при отсутствии данных о массе субстратного мицелия в анализируемых образцах древесины можно рассчитывать на единицу их объема ( $mg\ CO_2/dm^3 \cdot ch$ ) или массы ( $mg\ CO_2/g \cdot ch$ ). Все варианты расчетов оправданы, так как получаемые показатели конверсии

© Диярова Д. К., Мухин В. А., 2015

онной активности необходимы для расчетов суммарных объемов эмиссии диоксида углерода при разложении древесного дебриса на основе данных о его массе, объеме. Углерод конверсионную активность можно рассчитывать и на единицу площади анализируемых образцов древесины ( $\text{мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$ ) и, как показывает наш анализ, этот показатель наиболее сильно и положительно коррелирует с исходными экспериментальными данными:  $r = 0,71$ . Другие показатели углерод конверсионной активности обнаруживают существенно более слабую связь с исходными экспериментальными данными:  $r = 0,04$  ( $\text{мг}/\text{дм}^3 \cdot \text{ч}$ ) –  $0,11$  ( $\text{мг}/\text{г} \cdot \text{ч}$ ). На наш взгляд, это объясняется тем, что при расчетах углерод конверсионной активности на объем или массу древесины учитывается и их газометрически инертная, неохваченная грибами часть, тогда как при расчетах на единицу площади этот фактор исключается. Кроме того, в этом случае учитывается и то, что субстратный мицелий преимущественно концентрируется в верхних, периферийных частях древесины [1], собственно и определяющих общий уровень газообмена древесных субстратов.

При расчетах углерод конверсионной активности грибов на единицу площади древесных субстратов становится возможным ее сопоставление, например, с почвенной эмиссией  $\text{CO}_2$ , также рассчитываемой на единицу площади. Но самое главное, как мы считаем, это дает

возможность для сравнительного анализа особенностей углерод конверсионной активности у разных видов и групп грибов. Результаты наших работ показывают, что, например, трутовые и кортициоидные грибы, являющиеся основными деструкторами древесины в лесных экосистемах, существенно ( $p = 0,0001$ ) различаются по углерод конверсионной активности: трутовые грибы –  $3,6 \pm 0,25 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$  ( $n = 88$ ), кортициоидные грибы –  $2,0 \pm 0,19 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$  ( $n = 105$ ). Как те, так и другие проявляют более низкую углерод конверсионную активность при их развитии на хвойной древесине. Так, если при разложении хвойной древесины трутовыми грибами эмиссия составляет  $3,0 \pm 0,21 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$  ( $n = 44$ ), то при разложении лиственной древесины  $4,4 \pm 0,38 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$  ( $n = 50$ ) и эти различия значимы ( $p = 0,001$ ). Для кортициоидных грибов аналогичные показатели соответственно равны  $1,5 \pm 0,19 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$  ( $n = 59$ ) и  $2,8 \pm 0,34 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$  ( $n = 46$ ) и также значимо различаются:  $p = 0,0001$ .

Различия по углерод конверсионной активности регистрируются и у грибов разных физиологических типов: грибы белой гнили отличаются ( $p = 0,04$ ) более высокой  $\text{CO}_2$  конверсионной активностью, чем грибы бурой гнили:  $4,1 \pm 0,3 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$  ( $n = 66$ ) против  $3,0 \pm 0,32 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$  ( $n = 28$ ). Различия между грибами белой и бурой гнили по углерод конверсионной активности проявляются и на уровне

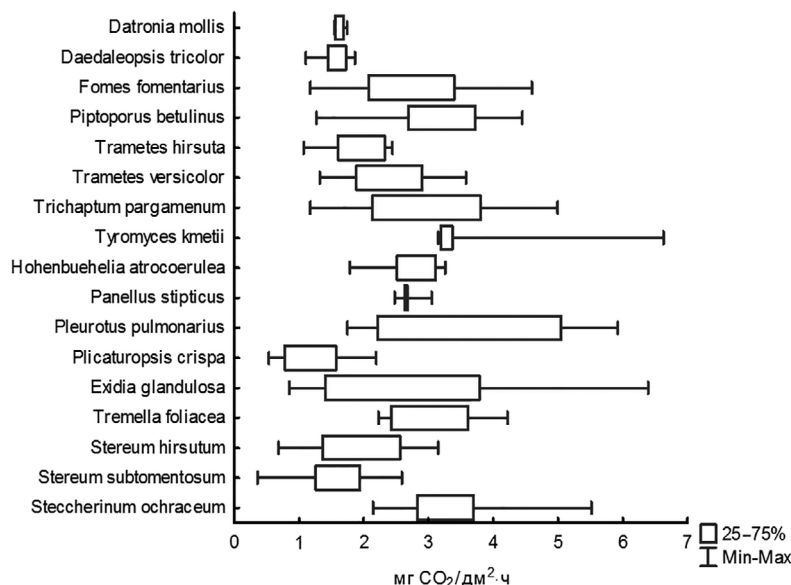


Рис. 1. Углерод конверсионная активность разных видов дереворазрушающих грибов при их развитии на древесных остатках *Betula pendula*

отдельных родов. Так, виды родов *Antrodia*, *Gloeophyllum*, вызывающие бурую гниль древесины, не отличаются ( $p = 0,82$ ) по их углерод конверсионной активности, которая у *Antrodia* составляет  $2,32 \pm 0,37$  мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$ , а у *Gloeophyllum*  $2,43 \pm 0,31$  мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$ . В тоже время, они значимо отличаются ( $p < 0,05$ ) от видов рода *Daedaleopsis* ( $5,1 \pm 1,23$  мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$ ) и *Trichaptum* ( $4,3 \pm 0,64$  мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$ ), вызывающих белую гниль древесины.

Как показывают наши данные, дереворазрушающие грибы при их развитии на одноименных субстратах и одинаковых внешних условиях не обнаруживают существенных видовых различий по углеродконверсионной активности. На рис. 1 представлены результаты одного из таких экспериментов с 17 видами грибов: *Daedaleopsis tricolor* (Willd.) P. Karst., *Datronia mollis* (Sommerf.) Donk, *Fomes fomentarius* (L.:

Fr.) Fr., *Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) P. Karst., *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd, *T. Versicolor* (L.) Lloyd, *Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrenb.) Ryvarden, *T. pargamentum* (Fr.) G. Cunn, *Tyromyces kmetii* (Bres.) Bondartsev & Singer (трутовые грибы), *Hohenbuehelia atro-coerulea* (Fr.) Singer, *Panellus stipticus* (Bull.) P. Karst., *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel, (агарикоидные грибы), *Plicaturopsis crispa* D.A. Reid (кортициоидные грибы), *Exidia glandulosa* (Bull.) Fr., *Tremella foliacea* Pers. (гетеробазидиоидные грибы), *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., *S. subtomentosum* Pouzar (стереоидные грибы), *Steccherinum ochraceum* (Pers.) Gray (стекхериновые грибы). Однофакторный ранговый дисперсионный анализ (критерий Краскелла – Уоллеса) показывает отсутствие видовых различий у данной группы дереворазрушающих грибов по углерод конверсионной активности:  $p = 1,0$ .

#### Список литературы

1. Камзолкина О. В., Биланенко Е. Н., Шмаер О. В. и др. Топология мицелия *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Piptoporus betulinus* и сопутствующих им грибов и бактерий в древесном субстрате березы // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46, № 3. С. 210–216.

D. K. Diyarova<sup>1</sup>, V. A. Mukhin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ural Federal University, Ekaterinburg

<sup>2</sup> Institute of plant and animal ecology UrB RAS, Ekaterinburg  
e-mail: [dasha\\_d@ipae.uran.ru](mailto:dasha_d@ipae.uran.ru), [victor.mukhin@ipae.uran.ru](mailto:victor.mukhin@ipae.uran.ru)

#### CARBON CONVERSION ACTIVITY AND EFFICIENCY OF XYLOTROPHIC BASIDIOMYCETES

**Summary.** It was shown that different groups of wood decaying fungi have the same efficiency of oxidative conversion of organic carbon of wood debris to  $\text{CO}_2$ ; ratio of  $\text{CO}_2/\text{O}_2$  for polyporoid fungi is 0.82, agaricoid – 0.79, corticioid – 0.77 and heterobasidioid – 0.88. Polyporoid and corticioid fungi significantly differ in carbon conversion activity:

$3.6 \pm 0.25$  and  $2.0 \pm 0.19$  мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2 \text{ hour}^{-1}$  respectively. The both groups of fungi have in 1.5–1.9 times lower carbon conversion activity on coniferous wood than on deciduous. White rot fungi have higher ( $4.1 \pm 0.3$  мг  $\text{CO}_2 / \text{дм}^2 \text{ hour}^{-1}$ ) activity than brown rot fungi ( $3.0 \pm 0.32$  мг  $\text{CO}_2 / \text{дм}^2 \text{ hour}^{-1}$ ).

## АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ «НИЖНЕХОПЕРСКИЙ», «УСТЬ-МЕДВЕДИЦКИЙ», «ЦИМЛЯНСКИЕ ПЕСКИ» ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Агарикоидные базидиомицеты Волгоградской области, по сравнению с другими регионами нашей страны, изучены крайне слабо. Наибольший интерес для научных исследований представляют семь природных парков, расположенных на территории области. Каждый парк имеет свои природно-климатические особенности.

Ежегодно экспедиционный отряд естественно-географического факультета нашего университета посещает один из природных парков (далее ПП) с целью инвентаризации биоты. Изучение агарикоидных базидиомицетов начато сравнительно недавно.

Волгоградская область занимает площадь 112,9 тыс. км<sup>2</sup> (78 % составляют земли сельскохозяйственного назначения). Климат области засушливый, с резко выраженной континентальностью. Рельеф разнообразен, от бессточной низменной равнины до возвышенной расчлененной территории. Волгоградская область относится к малолесным регионам, леса в области занимают лишь 4,3 %. По территории Волгоградской области протекает около 200 рек различной величины. Большая часть территории региона дренируется Доном с его притоками. Волжский бассейн занимает узкую полосу вдоль долины Волги и включает 30 водотоков. На обширной территории Прикаспийского бессточного района рек мало, все они впадают в озеро Эльтон [1].

Первым парком, где проводились данные исследования, стал ПП «Нижнехоперский», созданный в 2003 г. с целью сохранения уникальных природных комплексов и объектов. Территория парка, имеющая площадь 230 тысяч га, расположена в нижнем течении реки Хопер, в степной зоне на границе с лесостепью и занята разнотравно-типчачово-ковыльными степями на обыкновенных и южных черноземах. Территория парка характеризуется при-

родными условиями, характерными для региона в целом [1].

В результате исследований на территории ПП «Нижнехоперский» было выявлено 20 видов из 11 семейств и 16 родов: *Agaricus arvensis*, *Agaricus xanthodermus*, *Amanita pantherina*, *Amanita vittadinii*, *Coprinus comatus*, *Coprinellus micaceus*, *Parasola plicatilis*, *Inocybe rimosa*, *Inocybe pseudodestructa*, *Leccinum duriusculum*, *Lentinus tigrinus*, *Lepista personata*, *Macrolepiota excoriata*, *Macrolepiota procera*, *Marasmius oreades*, *Tapinella atroto mentosa*, *Pluteus chrysophaeus*, *Russula xerampelina*, *Suillus collinitus*, *Xerocomellus chrysenteron* [2, 3].

В 2013 г. был обследован ПП «Усть-Медведицкий». Он является самым молодым из всех парков Волгоградской области (создан в 2005 году). Территориально парк расположен в юго-восточной части Серафимовичского района, площадь его составляет 51,2 тысячи гектар. Территория парка характеризуется природными условиями, характерными для региона в целом. Главная достопримечательность природного парка – пойменные и байрачные леса, располагающиеся вдоль рек Дон, Медведица, множество родников, лугов, сохранившиеся участки ковыльной степи, а также многочисленные озера и старицы [1].

В результате исследований на территории ПП «Усть-Медведицкий» было выявлено 25 видов из 12 семейств и 17 родов: *Agaricus arvensis*, *Agaricus xanthodermus*, *Amanita phalloides*, *Boletus luridus*, *Boletus reticulatus*, *Boletus subtomentosus*, *Gymnopus dryophilus*, *Coprinellus domesticus*, *Coprinellus micaceus*, *Parasola plicatilis*, *Coprinellus xanthothrix*, *Inocybe rimosa*, *Leccinum duriusculum*, *Lentinus tigrinus*, *Macrolepiota procera*, *Marasmius oreades*, *Marasmius rotula*, *Pleurotus cornucopiae*, *Pluteus cervinus*, *Pluteus petasatus*, *Strobilurus stephanocystis*, *Xerocomellus chrysenter-*

on, *Russula aeruginea*, *Russula betularum*, *Russula xerampelina* [2, 3].

В 2014 г. экспедиционный отряд посетил ПП «Цимлянские пески». Парк образован 4 июня 2003 г. с целью сохранения природного комплекса Цимлянских песков. Парк располагается в северной части полуострова, омываемого водами Цимлянского водохранилища. Основными элементами рельефа являются песчаные бугры и гряды, чередующимися с понижениями, в которых расположены островки лиственных лесов. Речная сеть на территории парка временная, с большим числом пересыхающих водотоков. Основной рекой является Аксенец, протекающая по северной границе парка [1].

В результате исследований на территории ПП «Цимлянские пески» было выявлено всего 3 вида из 3 семейств и 3 родов: *Amanita panthe-*

*rina*, *Boletus reticulatus*, *Volvariella bombycina* [2, 3]. Столь немногочисленный видовой состав мы объясняем тем, что весна и лето 2014 г., когда велись исследования, были очень засушливыми.

Для получения более достоверных и полных данных об агарикоидных базидиомицетах районов исследования необходимы более продолжительные исследования.

*Авторы выражают благодарность администрации природных парков за помощь в проведении и организации исследований. Также Морозовой О. В., канд. биол. наук, ст. н. с. лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН и Мальшиевой Е. Ф., канд. биол. наук, н. с. лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН за помощь в переопределении и уточнении данных.*

#### Список литературы

1. Волгоградская область: природные условия, ресурсы, хозяйство, население, геоэкономическое состояние. Волгоград: Изд-во Перемена, 2011. 528 с.
2. *Knudsen, H. & Vesterholt, J.* (edit.). *Funga Nordica. agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera.* Copenhagen: Nordsvamp, 2012. 1086 с.
3. URL: <http://www.indexfungorum.org>.

V. A. Dudka, A. M. Vedeneev

*Volgograd State Socio – Pedagogical University, Volgograd  
e-mail: egf@vspu.ru*

#### AGARICOID BASIDIOMYCETES OF NATURAL PARK «NIZHNEHOPERSKY», «UST-MEDVEDITSKY», «TSIMLYANSKY SANDS» VOLGOGRAD AREA

**Summary.** This paper contains data on agaricoid basidiomycetes Volgograd region. In particular, three natural parks: «Nizhnehopersky», «Ust-Medveditsky», «Tsimlyansky Sands». The list of

species and systematic analysis of species. These cannot be considered exhaustive. Require longer studies in these areas.

## МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЧВ ОСТРОВА СИМУШИР (КУРИЛЬСКИЙ АРХИПЕЛАГ)

Остров Симушир, входящий в число Средних островов Большой Курильской гряды, представляет собой цепь вулканических конусов среди которых 3 действующих вулкана. На острове наиболее выражены морские черты климата, формирующиеся под воздействием течений Охотского моря и Тихого океана. Древесная растительность острова представлена стелющимися лесами кедрового стланика (*Pinus pumila*), зарослями ольховника (*Duschekia fruticosa*) и парковыми березовыми (*Betula ermanii*) редколесьями. Океанические луга характеризуются многовидовым травостоем.

Сведения о грибах острова Симушир весьма немногочисленны и касаются лишь отдельных таксонов базидиомицетов [1, 2]. Почвенная микобиота острова ранее не исследовалась.

Образцы почвы для микробиологического анализа были собраны летом 2012 г. О. В. Полохиным (БПИ ДВО РАН) под луговым разнотравьем и березовым редколесьем в северо-восточной части острова, в районе бухты Броутона. Всего было отобрано 30 почвенных образцов. Район исследования относится к зоне слабых пеплопадов.

Анализ диагностических характеристик исследованных почвенных разрезов показал, что под разнотравно-луговой растительностью сформировалась сухоторфяная почва, а под березняком – охристая грубогумусовая, со свойственным вулканическим почвам повышенным содержанием оксидов железа и алюминия. Особенностью исследованных почв является отсутствие четко выраженных пепловых горизонтов.

Для выделения из почвы микроорганизмов использовались общепринятые методы [6, 8]. Анализ структуры выделенных сообществ почвенных микромицетов проводился на основании показателей частоты встречаемости видов [7].

Наиболее характерной чертой выявленного микробного сообщества почвы под луговой растительностью является относительно невысокая численность бактерий (610–870 тыс./г почвы), актиномицетов (35 тыс./г) и микроскопических грибов (56–100 тыс. КОЕ/г) в верхнем горизонте. Почва березового редколесья отличается более низкими, по сравнению с луговой почвой, показателями численности бактерий и грибов (220–475 тыс./г и 8–20 тыс. КОЕ/г соответственно), актиномицеты не выделялись. Для всех групп микроорганизмов наблюдалось снижение численности вниз по профилю.

Всего из исследованных почвенных образцов выделено 59 видов микромицетов из 37 родов. Таксономическая структура выявленной микобиоты представлена отделами Zygomycota – 12 видов из 9 родов, 5 семейств и 2 порядков класса Zygomycetes и Ascomycota – 9 видов из 8 родов классов Eurotiomycetes и Sordariomycetes. Входящая в состав отдела Ascomycota морфологическая группа анаморфных грибов доминирует по видовому разнообразию – 38 видов из 20 родов.

Наиболее многовидовой род *Penicillium* включает 13 видов (22 % видового состава), 2 рода (*Paecilomyces* и *Mucor*) содержат по 3 вида, 6 родов (*Aspergillus*, *Chaetomium*, *Humicola*, *Trichoderma*, *Phoma*, *Umbelopsis*) – по 2 вида, 28 родов представлены 1 видом каждый, что составляет около 60 % родового разнообразия выявленной микобиоты.

Из почвы под луговым разнотравьем выделено 45 видов микромицетов из 31 рода, в том числе 6 видов из 5 родов отдела Zygomycota (13 % видового разнообразия) и 39 видов из 26 родов отдела Ascomycota, большинство из которых принадлежит группе анаморфных грибов – 31 вид (69 %) из 19 родов. Около половины выделенного из луговой почвы видового разнообразия микроскопических грибов (19 видов – 42 %) не отмечено в почве другого

исследованного биотопа. В их числе представители таких родов, как *Arachnietus* (Ascomycota), *Arthriniium*, *Chloridium*, *Colletotrichum*, *Verticillium*, *Wardomyces* (анаморфные грибы), *Cunninghamella*, *Gongronella* (Zygomycota).

Микобиота охристой почвы под березняком включает 39 видов из 27 родов, в том числе 8 видов (20 % видового богатства) из 7 родов зигомицетов и 31 вид из 20 родов аскомицетов. Группа анаморфных грибов также преобладает по видовому разнообразию – 26 видов (66 %) из 15 родов. 14 видов микромицетов (36 % видового состава) не отмечены в почве под луговым разнотравьем, в том числе представители родов *Absidia*, *Rhizopus*, *Syncephalastrum*, *Zygorhynchus* (Zygomycota), *Byssochlamys* (Ascomycota), *Stilbella* (анаморфные грибы). Таким образом, исследованный биотоп характеризуется несколько меньшим разнообразием микромицетов, но большим участием в микобиоте зигомицетов.

К числу общих для исследованных биотопов о. Симушир доминантов (частота встречаемости более 60 %) принадлежат такие виды микромицетов, как *Aureobasidium pullulans*, *Pseudogymnoascus pannorum* (анаморфа *Geotrichum pannorum*), *Penicillium variabile*. Типичные частые виды (частота встречаемости более 30 %) включают *Penicillium aurantiogriseum*, *P. brevicompactum*, *P. glabrum*, *Aspergillus amstelodami*, *Chaetomium spirale*, *Cladosporium cladosporioides*, *Gliomastix murorum*, *Mortierella alpina*, *Oidiodendron tenuissimum*, *Paecilomyces variotii*, *Trichocladium asperum*, *Paraconiothyrium fuckelii*, *Umbelopsis isabellina*. Типичные редкие виды (частота встречаемости 10–30 %) представлены такими видами, как *Penicillium thomii*, *P. simplicissimum*, *Geotrichum candidum*, *Phoma exigua* var. *exigua*, *Sordaria fimicola*, *Trichoderma viride*.

В почве под луговым разнотравьем к числу доминантов добавляются еще 2 вида: *Penicillium ochrochloron* и *Mucor corticola*, к числу типичных частых видов – *Gongronella butleri*, *Humicola fusco-atra*, *P. purpurogenum*, *P. chrysogenum*, *Trichoderma koningii*, *Umbelopsis vinacea*. Типичные редкие виды (частота встречаемости 10–30 %) пополнились такими видами, как *Penicillium vulpinum*, *Arachnietus terrestris*, *Arthriniium phaeospermum*, *Aspergillus flavus*, *Chaetomium cochliodes*, *Colletotrichum dematium*, *Chloridium virescens* var. *chlamydosporum*, *Cunninghamella*

*echinulata*, *Gliocladium penicillioides*, *Paecilomyces carneus*, *Pseudeurotium zonatum*, *Scopulariopsis brumptii*, *Talaromyces flavus*, *Verticillium nigrescens*, *Wardomyces anomalus*.

В почве под березняком к числу доминантов принадлежат только виды, общие для обоих исследованных биотопов. Типичные частые виды включают *Penicillium decumbens*, *P. spinulosum*, *Paecilomyces. marquandii*, *Phoma humicola*, *Mucor circinelloides* f. *circinelloides*; к числу типичных редких видов относятся *Penicillium ochrochloron*, *P. chrysogenum*, *P. janczewskii*, *Absidia caerulea*, *Byssochlamys fulva*, *Mucor plumbeus*, *Rhizopus stolonifer*, *Stilbella aciculosa*, *Syncephalastrum racemosum*, *Zygorhynchus moelleri*.

В процессе проведенного исследования выявлено 20 видов микромицетов из 18 родов, ранее не указанных для почвенной микобиоты Курильских островов [3], в том числе 3 вида, относящихся к отделу Zygomycota, 17 видов к – Ascomycota, 14 из которых принадлежат группе анаморфных грибов. Большинство из них характеризуется достаточно широким распространением и частой встречаемостью в почвах Дальнего Востока. Исключение составляют следующие виды: *Cunninghamella echinulata*, *Syncephalastrum racemosum*, *Byssochlamys fulva*, *Humicola fusco-atra*, *Stilbella aciculosa*, *Wardomyces anomalus*, *Penicillium vulpinum*, *Chloridium virescens* var. *chlamydosporum*. Два последних вида характеризуются повсеместным распространением, но редкой встречаемостью в почвах Дальневосточного региона.

Представители отдела Zygomycota из родов *Cunninghamella* и *Syncephalastrum* характеризуются редкой встречаемостью и ограниченным распространением в почвах Сахалина и Южного Приморья [5]. Сумчатый гриб *Byssochlamys fulva*, также характеризующийся редкой встречаемостью, был выделен ранее из почв Камчатки под березовым травянистым лесом, агроценозов Магаданской области и Приморского края [4].

Преимущественно в почвах Севера Дальнего Востока отмечены такие представители анаморфных грибов, как *Humicola fusco-atra*, *Wardomyces anomalus*, *Stilbella aciculosa*.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены первые сведения о численности микроорганизмов и структуре сообществ

ществ микроскопических грибов, обитающих в вулканических почвах острова Симушир под основными растительными ассоциациями – луговым разнотравьем и березовым редколе-

сьем. Почвенная микобиота каждого из исследованных биотопов отличается своеобразием видового состава грибов.

#### Список литературы

1. Азбукина З. М. Определитель ржавчинных грибов Дальнего Востока. М.: Наука, 1984. 288 с.
2. Булах Е. М., Говорова О. К., Богатов В. В. Новые данные о макромицетах Курильских островов // Новости систематики низших растений. 1999. Т. 33. С. 53–59.
3. Егорова Л. Н. Почвенные грибы российского Дальнего Востока: Гифомицеты. Л.: Наука, 1986. 192 с.
4. Егорова Л. Н. Почвообитающие аскомицеты российского Дальнего Востока // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37. Вып. 2. С. 13–21.
5. Егорова Л. Н. Почвообитающие зигомицеты (Zygomycetes: Mucorales, Mortierellales) хвойных лесов российского Дальнего Востока // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43. Вып. 4. С. 292–297.
6. Методы экспериментальной микологии : справочник / под ред. И. А. Дудка и др. Киев: Наукова думка, 1982. 550 с.
7. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М.: МГУ, 1988. 220 с.
8. Звягинцев Д. В. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991. 303 с.

L. N. Egorova

Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok  
e-mail: egorova@ibss.dvo.ru

#### MICROSCOPIC FUNGI OF VOLCANIC SOILS OF THE SIMUSHIR ISLAND (KURIL ARCHIPELAGO)

**Summary.** The first data on the microscopic fungi found in volcanic soils of the Simushir island are surveyed. The total of 59 fungal species belonging to 37 genera from Zygomycota (12 species from 9 genera Zygomycetes) and Ascomycota (6 species from 6 genera Eurotiomycetes, 3 species from 2 genera Sordariomycetes, 38 species from 20 genera anamorphic fungi) have been isolated. The most numerous genus *Penicillium* includes 13 species,

28 genera (60% of genera diversity) are represented by 1 species everyone. Most frequently species are *Penicillium variabile*, *Aureobasidium pullulans*, *Pseudogymnoascus pannorum*. 20 species from 18 genera of micromycetes are newly reported for Kuril archipelago soil mycobiota.

Key words: soil micromycetes, anamorphic fungi, mycobiota, *Penicillium*.

Д. А. Ерастова

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: DErastova@binran.ru, darjaerastova@gmail.com

#### СООБЩЕСТВА НИВАЛЬНЫХ МИКСОМИЦЕТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ И СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА\*

В последнее время широкому обсуждению подвергается модель космополитизма микроорганизмов, в том числе микроскопических грибов и грибоподобных протистов, основанная на ЕiЕ гипотезе «все есть везде, но среда отбирает» [8, 9]. В поддержку этой модели вы-

ступает факт незначительной генетической дифференциации или ее полного отсутствия среди удаленных друг от друга популяций [10]. Однако накопленные данные выявляют и факт того, что некоторые микроорганизмы имеют крайне широкое распространение, а другие



являются эндемиками с очень ограниченным распространением, что, в свою очередь, заставляет говорить о модели умеренного эндемизма [11–13]. Компромиссом между этими двумя моделями может служить предположение о наличии комплексов криптических видов с ограниченным распространением в составе многих так называемых космополитных видов. Выяснить, какая гипотеза лучше соответствует действительности, возможно на основе комплексного изучения видовой структуры, морфологической и генетической изменчивости популяций удаленных местообитаний.

В качестве модельных объектов для изучения этих вопросов была выбрана хорошо экологически очерченная, но крайне слабо изученная группа нивальных миксомицетов (*Mухомусетес*), большинство видов которой рассматривается как космополиты. Это утверждение, однако, основывается на небольшом числе исследований и требует проверки. До недавнего времени считалось, что нивальные виды обитают только в субальпийском или альпийском поясах высокогорий, позже они были обнаружены в лесах равнинных таежных ландшафтов [1, 7]. К началу наших исследований нивальные миксомицеты в России специально не изучались [5, 6, 14, 16]. В связи с этим интересно проследить, какой уровень дифференциации видового состава наблюдается между сходными биотопами в разных природно-климатических зонах, а также между лесными сообществами горных и равнинных ландшафтов.

Материал для анализа был собран в двух горных массивах: в Хибинах (705 образцов спорокарпов и 22 полевые записи, июнь 2012, 2013 гг.) и Тебердинском государственном природном биосферном заповеднике на Северо-Западном Кавказе (534 образца и 55 записей, май-июнь 2010–2013 гг.); а также в двух таежных равнинных местообитаниях северо-запада России: в Ленинградской области (157 образцов, май 2009, 2011–2013 гг.) и на о. Валаам в Карелии (26 образцов, сентябрь 2008 г., май 2013 г.). При этом для каждого местообитания были выделены различные типы высотно-поясной растительности: березовое субальпийское криволесье (БСК) и альпийская тундра в Хибинах; БСК, субальпийский и альпийский

луга в Теберде; ельник-черничник и сосняк-черничник в тайге.

Сравнение сообществ нивальных миксомицетов из разных мест обитания было основано на кластерном анализе с использованием  $C_s$ , модифицированного коэффициента сходства Чао-Серенсена [2–4].

Проведенные расчеты показывают, что сообщество нивальных миксомицетов таежных равнин проявляет довольно низкое сходство с сообществами Хибин ( $C_s = 0,54$ , 14 общих видов) и Тебердинского заповедника ( $C_s = 0,52$ , 11 общих видов). Это различие становится особенно заметным при сравнении доминирующих видов из тайги с доминирующими видами из горных ландшафтов. Лишь *D. alpinum* является общим доминантом в обоих типах местообитаний. В то же время у таежных сообществ нивальных миксомицетов и сообщества Северо-Западного Кавказа общим доминантом может рассматриваться только *Meriderma carestiae*, в то время как *Diderma niveum*, доминант тайги и криволесья Хибин, встречается только изредка на Северо-Западном Кавказе. Напротив, близкий к нему и широко распространенный в Тебердинском заповеднике вид *D. meyeriae* никогда не был отмечен в таежных биотопах.

В пределах разных типов растительных сообществ наименьшее сходство было отмечено между тайгой и двумя безлесными сообществами – арктической тундры в Хибинах ( $C_s = 0,47$ , 7 общих видов) и альпийских лугов на Кавказе ( $C_s = 0,40$ , 14 общих видов), а наибольшее с сообществами субальпийских криволесий обоих горных районов ( $C_s = 0,54$ , 24 общих вида).

При визуализации результатов анализа получается дендрограмма, на которой сообщества горных районов образуют два кластера, объединенных вместе, тогда как сообщества тайги формируют отдельный кластер. Такая топология дендрограммы может отражать действительную приуроченность некоторых видов к горным местообитаниям. Эта приуроченность может быть связана с более подходящими условиями для спороношения нивальных видов в субальпийских и альпийских биотопах (запасы снега, темпы его таяния и уровень солнечной радиации) по сравнению с равнинными ландшафтами, что влияет на значительно более

частую встречаемость плодовых тел и заметно большее видовое разнообразие (33 таксона из Хибин, 46 – с Северо-Западного Кавказа и 16 – из таежных местообитаний Северо-запада России).

Анализ распределения видов, наиболее массово встречающихся в разных сообществах, показал, что в альпийском безлесном поясе обитают 10 доминирующих видов: *Diderma alpinum* (79 образцов), *Physarum albescens* (71), *D. meyeriae* (64), *D. niveum* (50), *P. alpestre* (39), *P. vernum* (33), *Lamproderma sauteri* (28), *L. ovoideum* Meyl. (27), *L. pulveratum* (22), *Meriderma carestiae* (22). При этом в субальпийском поясе встречаемость этих видов резко падает: *P. alpestre* (1 образец), *D. meyeriae* (29), *Ph. vernum* (6), *L. ovoideum* (8). В тайге доминируют *M. carestiae* (29) и *D. niveum* (20). Таким образом, к истинно альпийским видам в представленных

сообществах по классификации А. Роникиер [15] можно отнести только *D. meyeriae*, *L. ovoideum*, *Ph. alpestre* и *Ph. vernum*. Остальные, очевидно, имеют более широкое распространение.

Надо отметить, что интерпретация полученных результатов затрудняется тем фактом, что многие виды нивальных миксомицетов могут образовывать плодовые тела не каждый год, что затрудняет их регистрацию и подсчет. Кроме того, эти виды практически не поддаются культивированию [17] и не развиваются во влажных камерах. Поэтому для получения более полной картины распространения нивальных миксомицетов и структуры их сообществ необходимо применение самых современных методов, таких как выявление присутствия трофических стадий в природных субстратах с помощью e-PCR.

#### Список литературы

1. Новожилов Ю. К. Нивальные миксомицеты Ленинградской области // Нов. систем низш. раст. 1986. Т. 23. С. 146–149.
2. Chao A., Chazdon R. L., Colwell R. K., Shen T. J. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data // Ecology Letters. 2005. Vol. 8. P. 148–159.
3. Chao A., Chazdon R. L., Colwell R. K., Shen T. J. Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples // Biometrics. 2006. Vol. 62. P. 361–371.
4. Colwell R. K., Chao A., Gotelli N. J., Lin S.-Y., Mao C. X., Chazdon R. L., Longino J. T. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages // J. of Plant Ecology. 2012. Vol. 5 (1). P. 3–21.
5. Erastova, D. A., Novozhilov Y. K. Nivicolous myxomycetes of the lowland landscapes of the Northwest of Russia // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49 (в печати).
6. Erastova D. A., Okun M. V., Novozhilov Y. K., Schnittler M. Phylogenetic position of the enigmatic myxomycete genus *Kelleromyxa* revealed by SSU rDNA sequences // Mycological Progress. 2013. Vol. 12. P. 599–608.
7. Kamono A., Meyer M., Cavalier-Smith T., Fukui M., Fiore-Donno A. M. Exploring slime mould diversity in high-altitude forests and grasslands by environmental RNA analysis // FEMS Microbiology Ecology. 2013. Vol. 84. P. 98–109.
8. Fenchel T. Cosmopolitan microbes and their «cryptic» species // Aqual Microb. Ecol. 2005. Vol. 41. P. 49–54.
9. Finlay B. J., Fenchel T. Cosmopolitan metapopulations of free-living microbial eukaryotes // Protist. 2004. Vol. 155 (2). P. 237–244.
10. Finlay B. J. Global dispersal of freeliving microbial eukaryote species // Science. 2002. Vol. 296. P. 1061–1063.
11. Foissner W. Ubiquity and cosmopolitanism of protists questioned // SILnews. 2004. Vol. 43. P. 6–7.
12. Foissner W. Biogeography and dispersal of micro-organisms: a review emphasizing Protists // Acta Protozoologica. 2006. Vol. 45. P. 111–136.
13. Foissner W. Protist diversity and distribution: some basic considerations // Biodiversity and Conservation. 2008. Vol. 17. P. 235–242.
14. Novozhilov Y. K., Schnittler M., Erastova D. A., Okun M. V., Schepin O. N., Heinrich E. Diversity of nivicolous myxomycetes of the Teberda State Biosphere Reserve (Northwestern Caucasus, Russia) // Fungal Diversity. 2013. Vol. 59. P. 109–130.
15. Ronikier A., Ronikier M. How 'alpine' are nivicolous myxomycetes? A worldwide assessment of altitudinal distribution // Mycologia. 2009. Vol. 101 (1). P. 1–16.
16. Schnittler M., Erastova D. A., Shchepin O. N., Heinrich E., Novozhilov Y. K. Four years in the Caucasus – observations on the ecology of nivicolous myxomycetes // Fungal Ecology. 2014. In press.

17. Shchepin O., Novozhilov Y. K., Schnittler M. Nivicolous myxomycetes in agar culture: some results and open problems // Protistology. 2014 V, 8 (2). P. 53–61.

D. A. Erastova

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg  
e-mail: DErastova@binran.ru, darjaerastova@gmail.com

## ASSEMBLAGES OF NIVICOLOUS MYXOMYCETES FROM NORTH-WEST OF RUSSIA AND NORTH-WESTERN CAUCASUS

**Summary.** Assemblages of nivicolous myxomycetes from two mountain regions: the Khibiny Mts. and Teberda state natural biosphere reserve of North-Western Caucasus, and from two lowland landscapes of North-west of Russia were compared in order to elucidate whether those species are cosmopolite or represented by a cluster of moderately distributed taxa.

The comparison was made by a cluster analysis based on the modified similarity index, Cs. The analysis demonstrated very low similarity between the lowland and mountain assemblages of the Khibiny Mts. (Cs = 0.54; 14 common taxa) and Teberda (Cs = 0.52; 11). Within the different vegetation communities the minimum similarity was found between lowland taiga and alpine tundra of

the Khibiny Mts. (Cs = 0.47; 7 common taxa), as well as between lowland taiga and alpine meadows of Teberda (Cs = 0.40; 14); the maximum similarity was found for subalpine crooked forests of both mountain regions (Cs = 0.54; 24).

These results may point out the affiliation of some nivicolous species to mountain regions due to the optimum conditions there. The analysis of dominant species distribution lets us consider only *D. meyeriae*, *L. ovoideum*, *Ph. alpestre* and *Ph. vernum* to be 'true alpine' species whereas the rest taxa have probably much wider distribution to be claimed cosmopolite.

A further investigation using ePCR method is needed for better understanding of species distribution of nivicolous myxomycetes assemblages.

Д. А. Ерастова

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: DErastova@binran.ru, darjaerastova@gmail.com

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА НИВАЛЬНЫХ ВИДОВ РОДА *DIDERMA*\*

Среди группы нивальных миксомицетов существует морфологический комплекс видов *Diderma alpinum*–*D. niveum*, включающий, по оценкам разных исследователей, от 4 до 6 таксонов (*D. alpinum*, *D. fallax*, *D. globosum* var. *europaeum*, *D. meyeriae*, *D. microcarpum*, *D. niveum*), чей филогенетический статус остается неясным. Таксономия миксомицетов фактически базируется на морфологических характеристиках их плодовых тел (спорокарпов). Однако ввиду наличия большого количества переходных форм и того, что разные исследователи совершенно по-разному проводят границы так-

сонов в рассматриваемой группе, классический морфологический подход не является удовлетворительным. Анализ литературы показывает, что наименее ясно в этом комплексе видов положение *D. microcarpum*, которая рассматривается либо в качестве формы *D. alpinum* [10], либо формы *D. niveum* [9]. С другой стороны, также вызывает сомнения правомочность проведения границы между *D. alpinum* и *D. niveum* [9], хотя некоторые авторы поддерживают это разделение [10, 12–14]. Применение комплексного филогенетического анализа группы с привлечением ряда молекулярных маркеров

© Ерастова Д. А., 2015

совместно с выявлением надежного паттерна морфологических признаков может способствовать решению обозначенных таксономических проблем.

Материал для анализа был собран в Хибиных (июнь 2012, 2013 гг.), Тебердинском государственном природном биосферном заповеднике на Северо-Западном Кавказе (май-июнь 2010–2013 гг.), Ленинградской области (май 2009, 2011–2013 гг.), на о. Валаам (сентябрь 2008 г., май 2013 г.), во Французских (май, 2012 г.) и Баварских Альпах (май 2013 г.), а также в Казахстане (апрель-май, 2013 г.), всего 483 образца.

Для уточнения филогенетического статуса этой сложной группы нивальных морфовидов был, во-первых, проведен анализ морфологических признаков спорокарпов и спор на основе многомерного не метрического шкалирования (NMS). Также в программе ImageJ были отдельно проанализированы признаки спор и были получены их визуальные образы, выявляющие характерные для каждого из анализируемых видов особенности орнаментации. Во-вторых, был проведен филогенетический мультигенный анализ 60 репрезентативных образцов. Для этого были получены частичные последовательности генов 18S SSU и *tef1alpha*, которые, как было показано ранее, могут служить хорошим маркером для установления видовой принадлежности миксомицетов [1–7]. Реконструкция конгруэнтной дендрограммы проводилась в программе IQTree методом максимального правдоподобия и байезианского поиска, проведенного в программе Mr.Bayes. В-третьих, для тех же 60 образцов был проведен анализ генетических расстояний в программе MEGA6 с использованием алгоритма *p-distance* [8, 11, 15]. Далее топология конгруэнтного дерева соотносилась с данными по рибогенотипам, полученными в ходе анализа генетических расстояний.

В ходе проведенного NMS-анализа 30 признаков у 121 образца спорокарпов исследуемых видов удалось выделить пять относительно четких кластеров, соответствующих пяти морфовидам: *D. alpinum*, *D. niveum*, *D. globosum* var. *europaicum*, *D. meyeriae* и *D. fallax*. При этом *D. microcarpum* плохо отделяется от *D. alpinum*, образуя континуум с образцами последнего. Значительно более размытыми оказались гра-

ницы кластеров при анализе 14 признаков спор. В этом случае достаточно отчетливо выделяются только 3 вида: *D. globosum* var. *europaicum*, *D. fallax* и *D. meyeriae*.

Интересно сравнить эти данные с результатами филогенетической реконструкции. На дендрограмме можно обнаружить три отдельные монофилетические клады с высокой бутстреп поддержкой, которым можно присвоить названия «*D. alpinum*», «*D. fallax*» и «*D. globosum* var. *europaicum*», поскольку в них попало большинство образцов, морфологически определенных как *D. alpinum*, *D. fallax* и *D. globosum* var. *europaicum* соответственно. Остальные образцы довольно хаотично расположились в пределах парафилетической клады, которую условно можно назвать «*D. meyeriae–D. niveum*», куда попали образцы, морфологически определенные как *D. meyeriae*, *D. microcarpum*, *D. niveum*, один образец *D. fallax* и небольшая часть образцов *D. alpinum*, чья таксономическая принадлежность должна быть подвергнута ревизии ввиду полученных молекулярных данных.

Анализ генетических расстояний, в свою очередь, показал наличие всего четырех основных рибогенотипов. Таким образом, каждому анализируемому образцу был присвоен номер его рибогенотипа. Полученные данные хорошо соотносятся с топологией конгруэнтного дерева. Каждой кладе дендрограммы соответствует свой рибогенотип. Тип «1» обнаруживается у образцов из клады «*D. alpinum*», тип «3» оказался присущ образцам из клады «*D. fallax*», тип «4» соотносится с кладой «*D. globosum* var. *europaicum*», в то время как все представители наиболее многочисленного типа «2» оказались в пределах клады «*D. meyeriae–D. niveum*».

Данные, полученные в ходе морфологического анализа и, в большей степени, в результате филогенетических исследований, позволяют пересмотреть структуру морфологического комплекса видов *Didierma alpinum–D. niveum*. При этом виды *D. alpinum*, *D. fallax* и *D. globosum* var. *europaicum* могут рассматриваться как валидные, в то время как *D. meyeriae*, *D. microcarpum* и *D. niveum* рекомендуются к сведению в одну таксономическую единицу.

Для большего прояснения таксономического статуса морфовидов исследуемого комплекса необходимо изучение их генетического по-

лиморфизма и выявление ключевых последовательностей маркерных генов, которые можно было бы использовать в качестве надежных видовых критериев.

### Список литературы

1. Окунь М. В. Молекулярная филогения и таксономический статус видов миксомицетов комплекса *Physarum notabile*: дисс. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 2013. 105 с.
2. Erastova D. A., Okun M. V., Novozhilov Y. K., Schnittler M. Phylogenetic position of the enigmatic myxomycete genus *Kelleromyxa* revealed by SSU rDNA sequences // Mycological Progress. 2013. V. 12. P. 599–608.
3. Fiore-Donno A.-M., Berney C., Pawlowski J., Baldauf S. L. Higher-order phylogeny of plasmodial slime molds (Myxogastria) based on elongation factor 1-A and small subunit rRNA gene sequences // J Eukaryot Microbiol. 2005. V. 52. P. 1–10.
4. Fiore-Donno A. M., Meyer M., Baldauf S. L., Pawlowski J. Evolution of dark-spored Myxomycetes (slime-molds): molecules versus morphology // Mol Phylogenet Evol. 2008. V. 46. P. 878–889.
5. Fiore-Donno A. M., Nikolaev S. I., Nelson M., Pawlowski J., Cavalier-Smith T., Baldauf S. L. Deep Phylogeny and Evolution of Slime Moulds (Mycetozoa) // Protist. 2010. V. 161. P. 55–70.
6. Fiore-Donno A. M., Novozhilov Y. K., Meyer M., Schnittler M. Genetic Structure of two protist species (Myxogastria, Amoebozoa) suggests asexual reproduction in sexual amoebae // PLoS ONE. 2011. V. 6 (8). e22872.
7. Fiore-Donno A. M., Kamono M., Meyer M., Schnittler M., Fukui M., Cavalier-Smith T. 18S rDNA phylogeny of *Lamproderma* and allied genera (Stemonitales, Myxomycetes, Amoebozoa) // PLoS ONE. 2012. V. 7 (4). e35359.
8. Hall B. G. Phylogenetic trees made easy. A how-to manual. 4th ed.: Sinauer Associates Inc, 2001. 282 p.
9. Kowalski D. T. The myxomycete taxa described by Charles Meylan // Mycologia. 1975. V. 67. P. 448–494.
10. Lado C., Ronikier A. Nivicolous myxomycetes from the Pyrenees: notes on taxonomy and species diversity. Part 1. Physarales and Trichiales // Nova Hedwigia. 2008. V. 87 (3–4). P. 337–360.
11. Leontyev D. V., Schnittler M., Stephenson S. L. A critical revision of the *Tubifera ferruginosa*-complex // Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали міжнарод. конф. молодих учених 18–22 червня 2013 року Щолкіне. Щолкіне, 2013. С. 46–47.
12. Moreno G., Sanchez A., Castillo A., Singer H., Illana C. Nivicolous myxomycetes from the Sierra Nevada National Park (Spain) // Mycotaxon. 2003. V. 87. P. 223–242.
13. Novozhilov Y. K., Okun M. V., Erastova D. A., Shchepin O. N., Zemlyanskaya I. V., García-Carvajal E., Schnittler M. Description, culture and phylogenetic position of a new xerotolerant species of *Physarum* // Mycologia. 2013. V. 105. P. 1535–1546.
14. Singer H., Moreno G., Illana C. A SEM-study of some types of nivicolous Physarales // Oesterr Z Pilzk. 2004. V. 13. P. 75–89.
15. Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., Kumar S. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods // Molecular Biology and Evolution. 2011. V. 28. P. 2731–2739.

D. A. Erastova

Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg  
e-mail: DErastova@binran.ru, darjaerastova@gmail.com

### MORPHOLOGICAL AND PHYLOGENETIC ANALYSIS OF THE NIVICOLOUS *DIDERMA* SPECIES COMPLEX

**Summary.** Among the specific group of nivicolous myxomycetes a complex of nivicolous *Diderma* species is of an outstanding interest. This complex includes 4–6 species (*D. alpinum*, *D. fallax*, *D. globosum* var. *europaeum*, *D. meyerae*, *D. microcarpum*, *D. niveum*) with no clear phylogenetic state due to the great amount of in-between varieties. To elucidate the phylogenetic state of the species and their taxonomic value within the complex a

morphological analysis using multi-dimensional non-metric scaling method based on sporocarp and spore characters, as well as molecular analysis based on 18S SSU and tef1alpha partial gene sequences were performed.

The morphological analysis based on sporocarp characters points out that five species could be distinguished well: *D. alpinum*, *D. niveum*, *D. globosum* var. *europaeum*, *D. meyerae* and *D. fallax*

whereas *D. microcarpum* forms a continuum with *D. alpinum*. At the same time the morphological analysis based on spore characters shows only 3 species to be separated: *D. globosum* var. *europaeum*, *D. fallax* и *D. meyererae*.

Interestingly, the molecular analysis reveals the existence of three well supported clades: “*D. alpinum*“, “*D. fallax*“ and “*D. globosum* var. *europaeum*“, whereas the samples of all the other species form a separate clade. This coincides with the obtained data on ribogenotypes within the studied selection.

Thus, “1” type matches “*D. alpinum*“ clade, “3” matches “*D. fallax*“ clade, “4” matches “*D. globosum* var. *europaeum*“ and “2” matches «*D. meyererae*–*D. niveum*». These results may lead one to the conclusion that *D. meyererae*, *D. microcarpum* and *D. niveum* taxa are not valid and shall be united in one taxonomical unit.

For better understanding of the taxonomical state of the studied species a further investigation on DNA polymorphism and search for molecular fingerprints are needed.

М. П. Журбенко, А. А. Кобзева

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

e-mail: zhurb58@gmail.com, anastasiakobzeva9023@gmail.com

## ЛИХЕНОФИЛЬНЫЕ ГРИБЫ КAVKAZA: НЕВЫЯВЛЕННОЕ ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ\*

Первые сведения о лихенофильных грибах Кавказа появились более 100 лет назад [1, 7], однако систематическое изучение этой эколого-трофической группы грибов началось здесь совсем недавно. В 2012 году был опубликован первый каталог лихенофильных грибов Кавказа, содержащий сведения о 72 известных на тот момент видах [8]. К настоящему времени для Кавказа известно 179 видов этих грибов из 83 родов [4–6, 8, 9], однако можно ожидать, что их истинное видовое богатство здесь примерно такое же, как в Альпах, для которых известно не менее 457 видов этих грибов [2].

Чтобы наметить вероятные пропуски в познании таксономического разнообразия лихенофильной микобиоты Кавказа, сравним ее с таковой Баварии [3], которая: 1) является одной из наиболее полно изученных в этом отношении микобиот (в ее составе известно 372 вида из 126 родов); 2) достаточно близка кавказской по своим природным условиям (Бавария включает часть Альп). Отметим, что все ведущие по числу видов роды кавказской микобиоты входят в состав таковых в баварской микобиоте, что свидетельствует в пользу сравнимости этих микобиот.

Лихенофильные виды грибов следующих 63 родов, растущие в Баварии, пока не найде-

ны на Кавказе: *Acaroconium*, *Acremonium*, *Actinocladium*, *Arthrorhaphis*, *Asterophoma*, *Bacidia*, *Bloxamia*, *Buelliella*, *Burgoa*, *Calongeomyces*, *Carronia*, *Cladoniicola*, *Cladosporium*, *Cornutispora*, *Corynespora*, *Cyphelium*, *Didymosphaeria*, *Diederichia*, *Dinemasporium*, *Ellisemia*, *Endophragmiella*, *Hawksworthiana*, *Karsteniomyces*, *Laetisaria*, *Lawalreea*, *Leptosphaerulina*, *Libertiella*, *Lichenohendersonia*, *Llimoniella*, *Micarea*, *Microsphaeropsis*, *Minimedusa*, *Minutoexcipula*, *Monodictys*, *Obryzum*, *Ophiobolus*, *Ovicuculispora*, *Phacographa*, *Phacothecium*, *Phaeorpyxis*, *Phaeoseptoria*, *Phaeospora*, *Phyllactinia*, *Phyllosticta*, *Pleospora*, *Polysporina*, *Protothelenella*, *Pseudocercospora*, *Pseudorobillarda*, *Pseudoseptoria*, *Pseudospiropes*, *Roselliniella*, *Roselliniopsis*, *Sagediopsis*, *Sarcopyrenia*, *Scutula*, *Skyttea*, *Spirographa*, *Sporormiella*, *Stagonospora*, *Telogalla*, *Trichoconis*, *Tubeufia* и *Weddellomyces*.

Отметим также, что лихенофильные микромитеты 11 родов кавказской микобиоты (*Anthostomaria*, *Arthrophacopsis*, *Epibryon*, *Laeviomyces*, *Lambinonia*, *Odontotrema*, *Perigrapha*, *Refractohilum*, *Rhymbocarpus*, *Thamnogalla* и *Unguiculariopsis*) не были отмечены в Баварии, что с большей вероятностью может отражать своеобразие этих микобиот.

Сравнивая спектры ведущих по числу видов родов обоих микобиот, представленные на

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 14–04–01031).

рис. 1, можно предположить недостаточную выявленность на Кавказе видов из таких родов, как *Cercidospora*, *Chaenothecopsis*, *Dactylos-*

*pora*, *Endococcus*, *Nectriopsis*, *Phoma*, *Polycoccum*, *Pronectria*, *Sclerococcum*, *Stigmatidium*, *Taeniolella* и *Zwackhiomyces*.

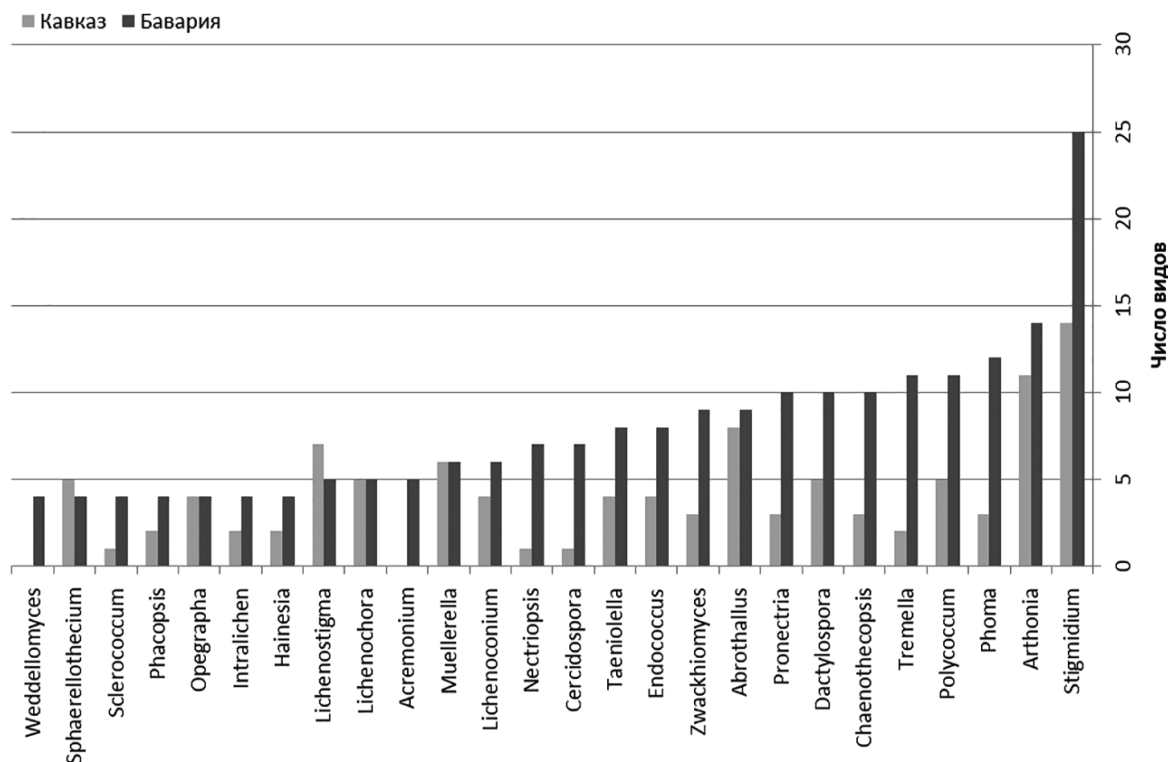


Рис. 1. Ведущие по числу видов роды лихенофильных микобиот Кавказа и Баварии [по: 3–6, 8, 9]

### Список литературы

1. Еленкин А. А., Воронихин Н. Н. Эпифилльные лишайники на Кавказе // *Болезни растений*. 1908. Т. 2, № 3–4. С. 109–142.
2. Журбенко М. П. Лихенофильная микобиота Российской Арктики: таксономический анализ // *Микология и фитопатология*. 2011. Т. 45. Вып. 5. С. 387–396.
3. Brackel W. von Kommentierter Katalog der flechtenbewohnenden Pilze Bayerns // *Bibliotheca Lichenologica*. 2014. V. 109. P. 1–476.
4. Urbanavichus G., Ismailov A. The lichen flora of Gunib plateau, inner-mountain Dagestan (North-East Caucasus, Russia) // *Turkish Journal of Botany*. 2013. V. 37. P. 753–768.
5. Urbanavichene I. N., Urbanavichus G. P. Contribution to the lichen flora of the Achipse River valley (SW Caucasus, Krasnodarsky Krai) // *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*. 2014. V. 48. P. 315–326.
6. Urbanavichus G., Urbanavichene I. An inventory of the lichen flora of Lagonaki Highland (NW Caucasus, Russia) // *Herzogia*. 2014. V. 27. P. 285–319.
7. Vainio (“Wainio”) E.A. Lichenes e Caucaso et in peninsula Taurica annis 1884–1885 ab H. Lojka et M. a Déchy collecti // *Természetráji Füzetek*. 1899. V. 22. P. 269–343.
8. Zhurbenko M. P., Otte V. Lichenicolous fungi from the Caucasus: new records and a first synopsis // *Herzogia*. 2012. V. 25. P. 235–244.
9. Zhurbenko M. P., Kobzeva A. A. Lichenicolous fungi from Northwest Caucasus, Russia // *Herzogia*. 2014. V. 27. P. 377–396.

## LICHENICOLOUS FUNGI OF THE CAUCASUS: UNREVEALED TAXONOMIC DIVERSITY

**Summary.** So far 179 species of lichenicolous fungi in 83 genera are known from the Caucasus, while their real diversity can reach 450 species. The gaps are expected in the genera *Acaroconium*, *Acremonium*, *Actinocladium*, *Arthrorhaphis*, *Asterophoma*, *Bacidia*, *Bloxamia*, *Buelliella*, *Burgoa*, *Calongeomyces*, *Capronia*, *Cladoniicola*, *Cladosporium*, *Cornutispora*, *Corynespora*, *Cyphelium*, *Didymosphaeria*, *Diederichia*, *Dinemasporium*, *Ellisembia*, *Endophragmiella*, *Hawksworthiana*, *Karsteniomyces*, *Laetisaria*, *Lawalreea*, *Leptosphaerulina*, *Libertiella*, *Lichenohendersonia*, *Llimoniella*, *Micarea*, *Microsphaeropsis*, *Minimedusa*, *Minutoexcipula*,

*Monodictys*, *Obryzum*, *Ophiobolus*, *Ovicuculispora*, *Phacographa*, *Phacothecium*, *Phaeopyxis*, *Phaeoseptoria*, *Phaeospora*, *Phyllactinia*, *Phyllosticta*, *Pleospora*, *Polysporina*, *Protothelenella*, *Pseudocercospora*, *Pseudorobillarda*, *Pseudoseptoria*, *Pseudospiropes*, *Roselliniella*, *Roselliniopsis*, *Sagediopsis*, *Sarcopyrenia*, *Scutula*, *Skyttea*, *Spirographa*, *Sporormiella*, *Stagonospora*, *Teloggalla*, *Trichoconis*, *Tubeufia* and *Weddellomyces*, as well as in additional species of *Cercidospora*, *Chaenothecopsis*, *Dactylospora*, *Endococcus*, *Nectriopsis*, *Phoma*, *Polycoccum*, *Pronectria*, *Sclerococcum*, *Stigmatidium*, *Taeniolella* and *Zwackhiomyces*.

П. Г. Заводовский

Петрозаводский государственный университет  
г. Петрозаводск, Россия  
e-mail petr1483@mail.ru

## АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

Фенноскандия (особенно территория Швеции, Норвегии и Финляндии) принадлежит к числу наиболее освоенных лесным и сельским хозяйством регионов таежной Евразии. К Восточной Фенноскандии относятся Кольский полуостров, Финляндия, Республика Карелия [17, 18, 26].

В странах Фенноскандии дереворазрушающие афиллофороидные грибы широко используются в качестве природных индикаторов при выявлении старых естественных лесов с целью их охраны [25, 27].

Первые микологические исследования территории Восточной Фенноскандии охватывают промежуток времени с середины XIX – до первой трети XX веков [28]. Большой вклад в исследование афиллофороидных грибов Фенноскандии внес П. А. Карстен. С 1859 г. он изучал грибы на территории Финляндии, в том числе и в районах, в настоящее время входящих в состав Республики Карелия [24].

Специальное исследование афиллофороидных грибов Восточной Фенноскандии впервые было проведено участниками первой научной Олонецкой экспедиции под руководством Г. Ю. Верещагина в 1920–1924 гг., в результате чего было отмечено 37 видов афиллофороидных макромицетов [19].

Определенный вклад в изучение грибов Восточной Фенноскандии внесли сотрудники КарНЦ РАН, Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН, КНЦ РАН, НИИ и университетов Финляндии [15, 16, 20–23, 25, 27, 30].

Исследование биосферной экологической роли афиллофороидных грибов в лесных экосистемах Восточной Фенноскандии проводилось автором статьи в 2000–2015 гг. Первая научная статья «Афиллофоровые грибы в составе вырубок различного возраста на территории Пудожского лесничества» [1] была написана автором под руководством дендролога, заслуженного работника образования Республики Карелия, доцента, кандидат биологических



наук Лантратовой А. С. Дальнейшая история изучения афиллофороидных грибов Восточной Фенноскандии была связана с изучением Пудожского флористического района, Биогеографической провинции Karelia Pudogensis (КР), и Водлозерского национального парка, в результате чего в лесных экосистемах Восточной Фенноскандии было выявлено 205 видов афиллофороидных грибов [2, 4].

В результате дальнейших исследований анализируется видовой состав, субстратная приуроченность, ресурсное и природоохранное значение афиллофороидных грибов на ООПТ и в биогеографических провинциях Зеленого пояса Восточной Фенноскандии [3, 5–7, 9, 10]

В настоящее время благодаря сборам автора, анализу литературных источников и изучению микологических гербариев Петрозаводского государственного университета, КарНЦ РАН, Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, Helsinki University Botanical Museum, КНЦ РАН (ИНЕР) в лесных экосистемах Восточной Фенноскандии зарегистрировано 550 видов афиллофороидных грибов [8, 11].

На территории Восточной Фенноскандии выявлены краснокнижные виды афиллофороидных грибов: *Hericium coralloides* [12, 13], в настоящее время занесен в Красную книгу Республики Карелия [14] со статусом 3 (NT); *Hudnum repandum* – был включен в Красную книгу Карелии [13] со статусом 4 (I), но в настоящее время из Красной книги Республики Карелия

снят [14]; *Clavariadelphus pistillaris* [13, 14] со статусом 3 (VU); *Polyporus pseudobetulinus*, занесенного в Красную книгу Восточной Фенноскандии [29] и Красную книгу Республики Карелия [14] со статусом 2 (EN). В Красную книгу Республики Карелия [14] также занесены следующие микроиндикаторные виды грибов: *Antrodia crassa* 2 (EN), *Antrodia mellita* 3 (VU), *Antrodia primaeva* 3 (VU), *Antrodia pulvinascens* 3 (VU), *Antrodiella citrinella* 3 (VU), *Dichomitus squalens* 3 (NT), *Ganoderma lucidum* 3 (VU), *Gloeophyllum protractum* 3 (NT), *Gloiodon strigosus* 3 (VU), *Junghuhnia collabens* 3 (VU), *Haploporus odoratus* 3 (VU), *Leptoporus mollis* 3 (NT), *Oligoporus hibernicus* 3 (NT), *Parmastomyces transmutans* 3 (VU), *Radulodon erikssonii* 3 (VU), *Rigidoporus crocatus* 3 (VU), *Skeletocutis lenis* 3 (VU), *Tyromyces fissilis* 3 (VU).

Такие виды, как *Amylocystis lapponica*, *Diplomitoporus crustulinus* и *Phellinus nigrolimitatus* могут рассматриваться как реликтовые [8].

В экосистемах Восточной Фенноскандии насчитывается 39 микроиндикаторных видов, которые имеют важное первостепенное экологическое значение при охране лесных экосистем. Дальнейшее изучение лесных экосистем Восточной Фенноскандии, возможно, позволит выявить новые виды афиллофороидных грибов, что даст возможность более детально проанализировать их биосферную экологическую роль и субстратную приуроченность.

#### Список литературы

1. Заводовский П. Г. Афиллофоровые грибы в составе вырубок различного возраста на территории Пудожского лесничества // Научно-исследовательская работа студентов : доклады 55-й науч. студ. конф. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2003. С. 179–180.
2. Заводовский П. Г. Афиллофороидные грибы в лесных экосистемах Биогеографической провинции Karelia Pudogensis (КР) // Грибы в природных и антропогенных экосистемах : труды Международ. конф., посвященной 100-ю начала работы профессора А. С. Бондарцева в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН (24–28 апреля 2005 г.). СПб., 2005. Т. 1. С. 200–203.
3. Заводовский П. Г. Ресурсное значение афиллофороидных базидиомицетов Водлозерского национального парка // Ученые записки Петрозавод. гос. ун-та. Естественные и технические науки. 2009. № 9. С. 34–37.
4. Заводовский П. Г. Афиллофороидные грибы в лесных экосистемах Водлозерья : дис. ...канд. биол. наук. Петрозаводск, 2010. 318 с.
5. Заводовский П. Г. К биоте афиллофороидных грибов островов Белого моря // Экология-2011 : материалы докл. IV Молодеж. науч. конф. (06–11 июня 2011 г.). Архангельск, 2011. С. 160–161.
6. Заводовский П. Г. Первые данные об афиллофороидных грибах в лесных экосистемах Шотозерья // Ученые записки Петрозавод. гос. ун-та. Сер.: Естественные и технические науки. 2012. № 8. Вып. 2 (Т. 2). С. 18–19.
7. Заводовский П. Г., Чернышев А. Г., Чушков Т. А. Дереворазрушающие грибы в зеленых насаждениях

МОУ «Гимназия № 37» г. Петрозаводска / Современная микология в России : материалы 3-го Съезда мМикологов России. Т. 3. М., 2012. С. 130–131.

8. *Заводовский П. Г.* Использование афиллофороидных грибов как индикаторов лесных экосистем Зеленого пояса Фенноскандии // *Материалы Международ. науч.-практ. конф. «Зеленый пояс Фенноскандии-2013»*. Петрозаводск, 2013. С. 150–151.

9. *Заводовский П. Г.* Трутовые грибы Ботанического сада Петрозаводского государственного университета // *Hortus bot.* 2013. Т. 8. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=1781>. DOI: 10.15393/j4.art.2013.1781

10. *Заводовский П. Г., Чемоданов М. А., Лимбакова В. В.* Ресурсное и хозяйственное значение афиллофороидных (дереворазрушающих) грибов в лесных экосистемах Восточной Фенноскандии // *Материалы международного форума «Классический университет в пространстве трансграничности на севере Европы: стратегия инновационного развития»*. Петрозаводск, 2014. С. 34–36.

11. *Заводовский П. Г.* Методы изучения грибов : учеб. пособие для студентов эколого-биолог. ф-та. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. 20 с.

12. Красная книга РСФСР. Растения. М., 1988. 591 с.

13. Красная книга Карелии / науч. ред. Э. В. Ивантер, О. Л. Кузнецов. Петрозаводск, 1995. 286 с.

14. Красная книга Республики Карелия / науч. ред. Э. В. Ивантер, О. Л. Кузнецов. Петрозаводск, 2007. 368 с.

15. *Крутов В. И., Коткова В. М., Бондарцева М. А., Руоколайнен А. В.* Характеристика биоты афиллофороидных грибов биогеографических провинций Республики Карелия // *Труды КарНЦ РАН*. 2008. С. 93–102.

16. *Крутов В. И., Руоколайнен А. В., Предтеченская О. О., Шубин В. И., Фадеева М. А.* Микобиота коренных и производных лесов Восточной Фенноскандии: видовое разнообразие, субстратно-биотопическая приуроченность и функциональное значение // *Разнообразие и динамика лесных экосистем России*. Кн. 2 / ред. А. С. Исаев. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2013. С. 329–372.

17. *Кравченко А. В.* Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.

18. *Курхин Ю. П., Данилов П. И., Ивантер Э. В.* Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука, 2006. 208 с.

19. *Лебедева Л. А.* Грибы и миксомицеты Советской Карелии // *Труды Ботанич. ин-та АН СССР*. 1933. Сер. 2. Вып. 1. С. 329–403.

20. *Лосицкая В. М.* Афиллофоровые грибы Республики Карелия : автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1999. 23 с.

21. *Руоколайнен А. В.* Афиллофороидные грибы зеленых насаждений г. Петрозаводска и его окрестностей : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2006. 21 с.

22. *Химич Ю. В.* Трутовые грибы в процессе сукцессий еловых лесов Мурманской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2011. 20 с.

23. *Шубин В. И., Крутов В. И.* Грибы Карелии и Мурманской области. Л.: Наука, 1979. 107 с.

24. *Karsten P. A.* Finlands Basidsvampar i urval beskriфта / P. A. Karsten. Helsingfors, 1899. 186 p.

25. *Kotiranta H., Saarenoksa R., Kytövuori I.* Aphyllorphoroid fungi of Finland. A check-list with ecology, distribution and treat categories. *Norrlina* 19. Helsinki, 2009. 223 p.

26. *Mela A. J., Cajander. A. K.* Suomen kasvio. Helsinki, 1906. 764 s.

27. *Niemelä T.* Käävat puiden sienet. Helsinki, 2005. 320 p.

28. *Nylander W.* Analyses mycologicae // *Aftr. Sallsk. F. FL. Fenn. Not. Helsingfors*. 1859. Vol. 1. P. 123–126.

29. *Red Data Book of East Fennoscandia* / H. Kotiranta, P. Uotila, S. Sulkava et al. Helsinki, 1998. 351 p.

30. *Schigel D. S.* Polypore assemblages in boreal old-growth forests and associated beetles. Helsinki, 2009. 48 p.

**P. G. Zavodovskii**

*Petrozavodsk State University, Petrozavodsk*

*e-mail: petr1483@mail.ru*

## APHYLLOPHOROID FUNGI IN FOREST ECOSYSTEMS OF EAST FENNOSCANDIA

**Summary.** In article the species richness structure of aphyllorphoroid fungi in forest ecosystems of East Fennoscandia is analyzed. In article the history of studying aphyllorphoroid fungi in forest

ecosystems of East Fennoscandia is described. Red Book species of aphyllorphoroid fungi are studied. Conclusions are drawn on use of aphyllorphoroid fungi as indicator types.

## РЕДКИЕ ВИДЫ АГАРИКОВЫХ ГРИБОВ И ГАСТЕРОМИЦЕТОВ ЛЕСОСТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ МИНУСИНСКИХ КОТЛОВИН

Изучение и сохранение биоразнообразия является одной из глобальных проблем современной биологии, поскольку в настоящее время во многих регионах планеты происходит уменьшение видового состава различных организмов, в том числе и грибов. Главенствующую роль в сохранении видового разнообразия макромицетов играют выявление редких видов на территории исследования, изучение их экологии, распространения, а также действия по разработке мер охраны исчезающих видов грибов и предложения конкретных рекомендаций сохранения и увеличения численности редких видов.

За основу понятия редкого вида было взято определение В. А. Мухина [5]. Согласно которому к редким видам были отнесены грибы-макромицеты, находки которых были единичны, и чаще всего встречаемость этих экземпляров была спорадической, либо грибы, которые встречались постоянно, но в минимальном количестве. Основой для определения категории редкости того, или иного вида послужили критерии, применимые к высшим базидиомицетам [1, 2, 4–6], с дополнением автора.

Были выделены 6 категорий редкости:

1 – редкие по всему ареалу, т. е. встречающиеся по всему ареалу спорадически;

2 – редкие в России (эколого-географические основы редкости неизвестны, недостаточная информация о распространении во всем мире);

3 – новые и редкие виды для Сибири;

4 – виды, являющиеся редкими для региона;

5 – виды, занесенные в Красные книги Республики Хакасия и Красноярского края, а также в региональные Красные книги сопредельных территорий (Республика Тыва, Республика Алтай, Кемеровская область).

В микобиоте лесостепных сообществ Минусинских котловин к редким отнесены 134 видов агарикоидных и гастероидных макроми-

цетов. Некоторые виды соотнесены с несколькими категориями редкости.

К 1-й категории принадлежит 8 видов. Все эти виды на территории исследования отмечаются впервые. Численность в локальных популяциях насчитывается от 3 до 15 особей. Наиболее многочисленными популяциями представлены *Omphalina discorosea* и *Tricholoma aurantium*. Стоит отметить, что экология для макромицетов, обитающих на обозначенной территории и отнесенных к 1-й категории, является наиболее типичной, отклонений в освоении какой-либо новой экологической ниши не наблюдается. В новое издание Красной книги Хакасии будут рекомендованы такие виды, как *Leucopaxillus compactus*, *Conocybe macrospora*, *Omphalina discorosea* и *Tricholoma aurantium*.

К группе редких для России относятся 9 видов грибов. Список данной категории сложен преимущественно видами, которые, по исследованиям многих авторов, на территории России встречаются редко и характер их распространения носит фрагментарный характер.

В исследуемой микобиоте 62 вида агариковых грибов и гастеромицетов можно отнести к редким грибам Сибири. Из них впервые в Сибири обнаружены *Cystoderma simulatum*, *Conocybe macrospora*, *Entoloma hebes*, *Hohenbuehelia mastrucata*. На территории исследования известна единственная популяция *Cystoderma simulatum*, которая включала в себя 5 особей, в березово-сосновом разнотравном лесу на почве во мху. В условиях Минусинских котловин плодоношение приурочено к середине августа, гриб является гумусовым сапротрофом. Для выявленного в единственном экземпляре *Conocybe macrospora* характерно произрастание на открытых местообитаниях, таких как граница мелколиственных лесов, например березовых. Время появления плодового тела – конец августа, обитает на почве и является гумусовым сапротрофом. Для *Entoloma hebes* характерно

произрастание группами в березовом разно-травном лесу, на почве. По эколого-трофической приуроченности выступает гумусовым сапротрофом, время появления плодовых тел приближено к середине августа. *Hohenbuehelia mastrucata* представляет собой сапротроф на неразрушенной древесине, обитающий группами. Местом локализации на данной территории выступает березово-осиновый лес.

Большинство редких видов Сибири являются также редкими для всей территории России. В настоящее время необходим мониторинг за состоянием известных популяций с целью определения дальнейших рекомендаций к включению выявленных видов в Глобальный список редких видов или в новое издание Красной книги Российской Федерации.

Четвертая категория охватывает виды, являющиеся редкими для региона исследования. Сюда входят макромицеты, у которых частота встречаемости за все время исследования характеризуется единственной находкой, или в некоторых случаях редким нахождением. Представленный критерий самый многочисленный, объединяет 132 вида грибов. Для уточнения распространения данных видов на территории Хакасии и Красноярского края необходимы дальнейшие мониторинговые исследования.

Категория краснокнижных видов, охраняемых в регионах, где проводилось изучение микобиоты и соседних районов объединяет 13 видов агариикоидных и гастероидных базидиомицетов. Это те виды, которые включены в региональные Красные книги исследуемой и пограничных с ней территорий. В основном виды принадлежат к 3-му категориальному статусу, т. е. характеризуются прежде всего распространением на ограниченной территории или спорадическим распространением на значительных территориях, для выживания которых необходимо принять специальные меры охраны. Виды, отмеченные по литературным данным – *Amanita phalloides*, *Asterophora parasitica*, *Phallus impudicus*, *Macrolepiota rachodes* – не были выявлены в ходе настоящего исследования, поэтому подтвердить статус редкости не представляется возможным в настоящее время.

Гастероидный гриб – *Calvatia gigantea* встречается на территории Минусинских котловин редко, группами, помимо этого встречаемость

его отмечена для некоторых других районов Республики Хакасия и Красноярского края. Факты произрастания в разных районах территорий отмечаются повсеместно и ежегодно. В связи с этими обстоятельствами возникает вопрос о целесообразности нахождения этого вида в Красных книгах Красноярского края и Республики Хакасия. Агарикоидный гриб – *Pleurotus calyptratus*, распространен в осиновых лесах Республики Хакасия и Красноярского края. Произрастает как на гнилой, так и на неразрушенной древесине осины. Встречается нередко, группами с начала мая и до начала июля. В ходе проведенных исследований можно отметить, что данный вид не подходит под определение редкого вида и включение его в Красную книгу региона можно считать сомнительным. *Volvariella bombycina*, включенный в Красную книгу Республики Хакасия [3] и произрастающий на сухом древостое, пнях осины и тополя в течение нескольких месяцев (июль-август) 2014 г. был отмечен, кроме территории исследования (в березово-осиновом лесу), в окрестностях города и в самом городе. Причем частоту встречаемости можно охарактеризовать как частую. В связи с представленными фактами по экологии распространения вида говорить о редкости вида весьма затруднительно.

Остальные виды представленной категории – *Bovista longispora*, *Leucoagaricus nymphaeum*, *Lycoperdon echinatum*, *Entoloma abortivum*, *Omphalina discorosea*, *Simblum sphaerocephalum* подтверждают определение редких видов. Встречаемость их не превышает 1–2 находок на территории исследования, экология распространения ограничена лесами и открытыми местообитаниями (лугами).

Для всех грибов, выделенных в категорию редких, лимитирующими факторами для их распространения и развития выступают уничтожение естественных мест обитаний, по средствам вырубок, пожаров, неумеренной антропогенной нагрузки, а также активный сбор местным населением съедобных и условно-съедобных грибов для гастрономических потребностей.

Одной из мер по сохранению биоразнообразия редких видов является включение их в региональные Красные книги. В настоящее

время *Leucopaxillus compactus* рекомендован для внесения в Красную книгу Сибири, кроме этого несколько видов – *Bovista longispora*, *Cortinarius azureus* var. *azureus*, *Cystoderma simu-*

*latum*, *Hohenbuehelia mastrucata*, *Leucopaxillus compactus*, *Simblum sphaerocephalum*, *Volvariella volvacea* – рекомендованы для включения в базу данных «The Global Fungal Red List».

#### Список литературы

1. Илюхин Е. В. Агарикоидные базидиомицеты лесов Ульяновской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2010. 24 с.
2. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М., 2008. 885 с.
3. Красная книга Республики Хакасия: Редкие и исчезающие виды растений и грибов / отв. ред. Е. С. Анкипович. Новосибирск: Наука, 2012. 288 с.
4. Малышева В. Ф., Малышева Е. Ф. Высшие базидиомицеты лесных и луговых экосистем Жигулей. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 256 с.
5. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. 231 с.
6. Паламарчук М. А. Агарикоидные базидиомицеты Печоро-Ильчского заповедника (Северный Урал). Сыктывкар, 2012. 152 с.

N. A. Zauzolkova

Khakas State University, Abakan  
e-mail: Nata1132@yandex.ru

#### RARE SPECIES OF MUSHROOMS AGARICOID AND GASTEROID BASIDIOMYCETES OF FOREST-STEPPE COMMUNITIES IN MINUSINSK HOLLOW

**Summary.** The article presents data on new and rare agaricoides gasteroides mushrooms of forest-steppe communities Minusinsk hollow. Shown and described category of rare fungi, and provides protection measures for mycobiota.

О. И. Захарова

Кемеровский государственный университет  
г. Кемерово, Россия  
e-mail: sasha1977@ngs.ru

#### МУЧНИСТОРОСЯНЫЕ ГРИБЫ, ПАРАЗИТИРУЮЩИЕ НА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ ГОРОДА КЕМЕРОВО

Мучнисторосяные грибы являются мощным экологическим фактором. Они поражают широкий спектр растений, в том числе и древесные. В последнее время некоторые виды мучнисторосяных грибов стали паразитировать на растениях, на которых они раньше не появлялись. Наблюдается расширение ареала растений-хозяев и многие дикорастущие виды могут стать источниками заражения для растений, используемых в озеленении. Показано быстрое распространение впервые зарегистрированных видов мучнисторосяных грибов на различных территориях [3].

В течение нескольких лет в г. Кемерово отмечается поражение древесных растений мучнисторосяными грибами.

#### Цель работы

Изучить разнообразие эризифовых грибов, паразитирующих на древесных растениях в условиях г. Кемерово, и оценить влияние мучнистой росы на жизненное состояние растений.

Обследованы насаждения древесных растений г. Кемерово. Наблюдения вели в течение всего вегетационного периода. Образцы собирали в сухую погоду. Изучали здоровые и поврежденные растения. Исследовали жизненное

состояние, содержание пигментов в листьях, оводненность листьев, показатели накопления сухого вещества, активность пероксидазы.

Ассортимент древесных растений, используемых в озеленении города Кемерово, составляет более 100 видов [1]. Около 60 % растений является интродуцентами. Большинство относится к лиственным породам, хвойных относительно немного – 7 видов. В качестве основного ассортимента применяются тополь бальзамический, тополь черный, липа мелколистная, вяз приземистый, береза бородавчатая, береза пушистая, лиственница сибирская, ель сибирская, ель колючая, сосна обыкновенная, дерен белый, ива Ледебурра, клен ясенелистный, роза морщинистая, сирень венгерская, сирень обыкновенная [2]. Эризифовые грибы обнаружены и на древесных, и на травянистых растениях. Из древесных практически ежегодно заражению подвергаются жимолость, клен, черемуха, тополь, сирень, барбарис. Обнаружено 7 видов мучнисторосяных грибов, паразитирующих на древесных растениях. Этот список, вероятно, не исчерпывающий. Найденные микромицеты относятся к четырем родам – эризифе, подошфера, микросфера, савадея. Все они принадлежат к отряду Ascomycota, классу Leotiomycetes, порядку Erysiphales семейству Erysiphaceae.

Морфологически обнаруженные мучнисторосяные грибы достаточно сильно различаются. *Sawadaea bicornis* (Wallr.) Miyabe имеет крючковидные придатки в количестве более 50 шт. У *Microsphaera jaczewskii* U. Braun есть 8–10 несколько раз дихотомически ветвящихся

на концах придатков. У *Erysiphe berberidis* Y.S. Paul & J.N. Кароог придатки в виде вегетативных гиф в количестве около 10 штук.

В качестве модельных объектов для детального изучения жизненности выбраны *Berberis vulgaris* L. и *Syringa vulgaris* L., которые ежегодно поражаются мучнистой росой. Возбудитель мучнистой росы барбариса – *Microsphaera berberidis* (DC.) Lév., сирени – *Microsphaera syringae* (Schwein.) Magnus. Болезнь проявляется белым мучнистым налетом конидий, а затем паутинистым налетом мицелия на верхней и нижней сторонах листьев, на побегах и плодах.

Состояние здоровых и поврежденных мучнистой росой растений достоверно различается. Жизненный потенциал растений, пораженных эризифовыми грибами, снижен до 70–80 %. Показатели оводненности листьев (67 и 60 %), содержания фотосинтетических пигментов (7,03 и 4,62 мг/г), накопления органического вещества (абсолютной сухой массы 10 листьев – 2,74 и 1,22 г) свидетельствуют, что состояние незараженных растений лучше, чем зараженных. У зараженных растений, по сравнению с незараженными, повышена активность пероксидазы ( $9,54 \pm 0,684$  против  $436 \pm 0,239$  ед. активности), что можно объяснить формированием ответных реакций на воздействие патогена.

Полученные результаты могут быть использованы в практике озеленения для выявления потенциальных источников инфекции, для разработки возможных мер борьбы с мучнисторосяными грибами.

### Список литературы

1. Петункина Л. О., Ковригина Л. Н. Комплексные исследования кафедры ботаники состояния арборифлоры промышленного города на примере г. Кемерово // Флора и растительность антропогенно нарушенных территорий. Кемерово, 2005. Вып. 1. С. 4–18.
2. Филиппова А. В. Эколого-биологическая характеристика хвойных растений и локальный мониторинг (на примере г. Кемерово) : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Кемерово, 2005. 21 с.
3. Huhtinen S., Alanco P., Makinen Y. The invasion history of *Microsphaera palczewskii* (Erysiphales) in Finland // Karstenia. 2001. Vol. 41, № 1. P. 31–36.

## POWDERY MILDEWS FUNGI, PARASITIC ON WOODY PLANTS IN KEMEROVO

**Summary.** As a result, studies have found 7 species of powdery mildews fungi, parasites of woody plants. Point mikromitcety fall into four genera – erizife, podosfera microspheres savadeya.

They all belong to the Department of Ascomycota, class Leotiomycetes, order Erysiphales family Erysiphaceae. Life potential of plants affected Erysiphales mushrooms reduced.

А. И. Иванов<sup>1</sup>, А. Г. Горохова<sup>2</sup>, М. И. Андреева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Пензенская государственная сельскохозяйственная академия  
г. Пенза, Россия

<sup>2</sup>Филиал Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации (войсковая часть 70855)  
г. Пенза, Россия

e-mail: rcgkim@mail, gor\_anna78@mail.ru

## ПРОБЛЕМА НАКОПЛЕНИЯ КАДМИЯ В ПЛОДОВЫХ ТЕЛАХ АГАРИКОМИЦЕТОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Кадмий является одним из наиболее опасных для здоровья человека токсичных элементов. Несмотря на это, его биологическая аккумуляция в плодовых телах агарикомицетов изучена недостаточно. Нами проведены специальные исследования в этом направлении в лесном массиве, расположенном на востоке Пензенской области. В нем представлены все основные разновидности серых лесных почв и типы леса, свойственные центральной части Приволжской возвышенности. Лабораторные исследования проводились на базе филиала Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации (воинская часть 21222). Измерения осуществлялись на атомно-адсорбционном спектрометре МГА-915 МД.

В районе исследований распространены светло-серые лесные супесчаные среднemocные, светло-серые лесные песчаные маломocные, серые лесные легко-суглинистые и серые лесные тяжело-суглинистые среднemocные почвы. Как показал анализ образцов, отобранных из этих почв, содержание Cd находится в пре-

делах ориентировочно допустимых концентраций (ОДК). В группе почв легкого механического состава четко прослеживается тенденция уменьшения содержания Cd в зависимости от содержания физического песка и мощности почвенного горизонта. Оно колеблется от 0,07 до 0,14 мг/кг при ОДК – 0,5 мг/кг. В суглинистых почвах содержание изучаемого элемента несколько выше, чем в супесках. Максимального показателя – 0,25 мг/кг – оно достигает в тяжело-суглинистой почве, имеющей наибольшую поглощательную способность.

Способность накапливать в плодовых телах тот или другой химический элемент выражена у разных видов не одинаково. Для ее количественной оценки обычно используют такой показатель, как коэффициент накопления – отношение содержания элемента в плодовом теле к его содержанию в субстрате. Среди изученных видов наиболее активными биоаккумуляторами Cd является *Amanita muscaria*, имеющий коэффициент накопления более единицы. Остальным видам концентрирование кадмия не свойственно, так как в их плодовых телах его содержание ниже, чем в питающем суб-

страте – почве. Однако содержание изучаемого элемента в плодовых телах различных видов не одинаково. Минимальные показатели, выражающиеся тысячными долями мг/кг, характерны для *Boletus erythropus*, *Lactarius pubescens* и *Paxillus involutus*. Большие значения, выражающиеся сотыми долями мг/кг, имеют *B. edulis*, *Chroogomphus rutilus*, *Leccinum scabrum* и *Lactarius deliciosus* (табл. 1).

Содержание Cd в плодовых телах грибов увеличивается даже при незначительном, в 4–5 раз превышающем фон, но не выходящем за пределы ОДК, загрязнении почвы. Такой высокой чувствительности к изменению концентраций нами не наблюдалось в отношении других металлов. Вероятно, это объясняется очень высокой подвижностью рассматриваемого элемента. Одним из важнейших факторов загрязнения сельскохозяйственных земель Cd является широкое применение фосфорных удобрений, полученных из Кольских апатитов. Как показали наши исследования, на залежных землях, зарастающих лесом, сохраняется несколько повышенное содержание этого элемента по сравнению с фоном. Например, на светло-серой лесной среднетощей супесчаной почве, содержащей Cd в количестве 0,34–0,48 мг/кг, т. е. в 3–4

раза больше, чем на незагрязненной почве, его содержание увеличивается и в грибах. В плодовых телах *Lactarius deliciosus* – до 0,12 мг/кг, *Leccinum scabrum* – до 0,82 мг/кг, *L. versipelle* – 0,09 мг/кг. Таким образом, если содержание Cd в почве лишь приближается к ОДК, то для первых двух видов съедобных грибов оно уже превышает его. Поэтому применяемое в настоящее время для экспертизы грибного сырья значение ПДК, на наш взгляд, является не совсем объективным. Фоновое содержание Cd и для таких ценных видов съедобных грибов, как *Boletus edulis* и *Russula delica*, выражается близкими к ПДК значениями. Между фоновыми значениями и ПДК должен быть значительно больший интервал. В связи с тем, что микроэлементы в составе грибов находятся в связанном состоянии, как, например, в морепродуктах, содержание Cd следовало бы нормировать по аналогии с ними, а не с овощами. Если для моллюсков и ракообразных устанавливается величина ПДК 2 мг/кг, как концентрация, безопасная для здоровья человека, то и для грибов она должна выражаться близким значением.

Содержание Cd увеличивается по мере развития плодовых тел. При созревании спор у старых грибов этот элемент накапливается в

Таблица 1

Содержание Cd в плодовых телах грибов, питающих субстратах и коэффициент накопления

Виды	Содержание в плодовом теле, мг/кг	Содержание в субстрате, мг/кг	КН
<i>Amanita muscaria</i>	1,350 ± 0,405	0,165 ± 0,049	8,181
<i>Boletus edulis</i>	0,079 ± 0,023	0,136 ± 0,031	0,580
<i>B. erythropus</i>	0,003 ± 0,001	0,136 ± 0,031	0,022
<i>B. impolitus</i>	0,005 ± 0,001	0,136 ± 0,031	0,036
<i>B. radicans</i>	0,029 ± 0,008	0,165 ± 0,049	0,175
<i>Chroogomphus rutilus</i>	0,023 ± 0,060	0,130 ± 0,031	0,176
<i>Lactarius deliciosus</i>	0,087 ± 0,034	0,136 ± 0,031	0,639
<i>L. pubescens</i>	0,008 ± 0,003	0,130 ± 0,031	0,061
<i>Leccinum albobostipitatum</i>	0,063 ± 0,002	0,130 ± 0,031	0,484
<i>L. aurantiacum</i>	0,009 ± 0,002	0,136 ± 0,031	0,066
<i>L. scabrum</i>	0,080 ± 0,007	0,130 ± 0,031	0,615
<i>L. versipelle</i>	0,013 ± 0,012	0,165 ± 0,049	0,078
<i>Paxillus involutus</i>	0,006 ± 0,003	0,136 ± 0,031	0,044
<i>Suillus granulatus</i>	0,021 ± 0,006	0,130 ± 0,031	0,161
<i>S. luteus</i>	0,024 ± 0,07	0,130 ± 0,031	0,184
<i>Russula delica</i>	0,055 ± 0,023	0,105 ± 0,005	0,523
<i>Xerocomus badius</i>	0,031 ± 0,009	0,084 ± 0,019	0,369
<i>X. subtomentosus</i>	0,018 ± 0,006	0,130 ± 0,031	0,138
ПДК	0,1		



гименофоре. При этом его содержание в трубчатых болетоидных грибах может быть выше, чем в трубочках ножки и шляпки в 10–20 раз. У молодых плодовых тел с незрелым гименофором такой разницы не наблюдается. Поэтому средние показатели содержания Cd в пробах грибов

оказываются в несколько раз ниже. Кроме того, в трубочках шляпки содержание Cd также оказывается в три – пять раз выше, чем в ножке. В связи с этим для получения объективных результатов необходимо делать смешанные пробы, включающие все части плодовых тел.

A. I. Ivanov<sup>1</sup>, A. G. Gorochova<sup>2</sup>, M. I. Andreeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Penza state agricultural Academy*

<sup>2</sup>*Branch office FBU BHUHO (military unit 21222)*

*e-mail gor\_anna78@mail.ru, rcgkim@mail.ru*

## THE PROBLEM OF ACCUMULATION OF CADMIUM IN FRUIT BODIES OF AGARICOMYCETES IN FOREST ECOSYSTEM OF THE VOLGA UPLAND

**Summary.** Provides information of about the content of Cd in fruit bodies of agaricomycetes depending on its content in the soil. Discussed the features of its accumulation in the fruit bodies

of different species of fungi. Discussed the problem of regulation of the content of Cd in edible mushrooms.

A. E. Иванова, А. С. Карлсен, В. В. Николаева,  
А. В. Гофман, А. Д. Катаев

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова*

*г. Москва, Россия*

*e-mail: ivanovaane@gmail.com*

## ГРИБЫ В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ: БИОМАССА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ФУНКЦИИ\*

На урбанизированных территориях формирование почвенной микобиоты определяется важными средообразующими факторами [2]: строительство дорог и зданий, сведение естественных растительных сообществ, замена искусственными посадками, изменение корнеобитаемого слоя, нарушение почвенного покрова, уплотнение и подщелачивание, накопление строительного и бытового мусора, неспецифических для естественных сред органических и неорганических загрязнителей и, наоборот, сокращение поступления растительных остатков из-за особых правил эксплуатации городских территорий (вывоза опада [7]). В городах структура, разнообразие, доминирующие виды грибных сообществ отличаются от зональных, в почвах аккумулируются определенные трофические группы и вытесняются природные группировки грибов, возрастает доля эврито-

ных видов, увеличивается пул потенциально опасных для человека грибов [3–5].

Помимо анализа разнообразия, информативными показателями изменения функциональной организации почвенной микобиоты в городах могут выступать данные о запасах грибной биомассы, живого грибного мицелия, об активности грибного пула, а также о ферментативной почвенной активности, отражающей жизнедеятельность грибов как преобладающих по биомассе компонентов микробных сообществ. Однако до настоящего времени подобных комплексных исследований в городских почвах не проводилось. Целью данной работы была сравнительная оценка динамики живой грибной биомассы, метаболической активности и видового состава грибных сообществ, в том числе наиболее функционально значимой группы целлюлозолитических грибов, в городских почвах.

© Иванова А. Е., Карлсен А. С., Николаева В. В., Гофман А. В., Катаев А. Д., 2015

Представлены результаты исследований, проводимых в течение 2009–2015 гг. на территории г. Москва (районы Тушино (СЗАО) и Раменки (ЗАО)). Анализировали почвы разного типа, возраста формирования [8]: техноземы придорожных газонов, урбаноземы в зоне селитебной застройки, серогумусовые почвы на техногенных отложениях и ненарушенные дерново-подзолистые почвы городских лесопарков. Почвы различались по способу хозяйственного содержания – с регулярным изъятием растительного опада, с сохранением подстилки, с внесением рекультивационных смесей и также щепы.

Активность живой грибной биомассы анализировали по эмиссии  $\text{CO}_2$  при увлажнении почвенных образцов с использованием антибиотиков для выявления вклада в суммарную эмиссию грибной компоненты [1]. Активность пула целлюлозолитических грибов оценивали также по эмиссии  $\text{CO}_2$  методом субстрат-индуцированного дыхания при внесении целлюлозы [10]. Анализ содержания живой грибной биомассы (мицелия) осуществляли методом экстракции эргостерола [9] после апробации метода на базе аналитического химического центра факультета почвоведения МГУ. Анализ биоморфологической структуры биомассы проводили методом прямой люминесцентной микроскопии при комбинированном окрашивании калькофлуором белым и этидиумом бромидом [11] в модификации для почвенных образцов. Оценку сезонной динамики почвенной ферментативной целлюлазной и уреазной активности осуществляли общепринятыми спектрофотометрическими методами [6]. Выделение культивируемых грибов проводили методом посева почвенных разведений на питательные среды Чапека, сусло-агар, Сабуро, Гетчинсона, целлюлозолитические грибы выделяли методом целлюлозных приманок [6].

Методом экстракции эргостерола было установлено, что в городских почвах под древесной растительностью содержание живой грибной биомассы до 5 раз больше, чем в почвах под травянистой газонной растительностью. Самым бедным по присутствию живой грибной биомассы был урбанозем. Для него характерно наименьшее содержание и споради-

ческое появление грибного мицелия – только в середине и конце лета, конце осени.

Оказалось, что зимой под снежным покровом присутствие живого грибного мицелия в разных типах городских почв (кроме урбанозема) сохраняется на среднем уровне для почвы, и иногда даже выше, чем в вегетационный период. Наибольшие уровни живой грибной биомассы в верхних горизонтах большинства городских почв отмечали в конце лета, наименьшие – в почвах под древесной растительностью в начале и середине весны. В техноземах уровни содержания эргостерола были максимальны зимой – в начале весны.

В подстилках, сохранявшихся на некоторых городских почвах, уровни содержания эргостерола были на 2–3 порядка выше, чем в верхних гумусовых горизонтах городских почв. Динамика содержания эргостерола в подстилках отличалась: максимальные уровни – до 12–13 мкг/г – отмечали в середине весны – начале лета, и меньшие в 10–20 раз зимой.

Вклад грибов в суммарную эмиссию  $\text{CO}_2$  микробным сообществом в городских почвах весьма вариабелен по сравнению с фоновыми, составляет в верхних горизонтах 50–95 % и может еще более уменьшаться при дополнительном внесении субстрата целлюлозы.

Наименьшая активность живой грибной биомассы, оцененной по эмиссии  $\text{CO}_2$ , выявлена в урбаноземах, несколько выше в техноземах и наибольшая – в серо-гумусовых и дерново-подзолистых почвах городских лесопарков. Активность эмиссии  $\text{CO}_2$  грибами была в 2–3 раза выше в гумусовых горизонтах почв под древесной растительностью, чем с травянистой. В почвах с древесной растительностью выражена сезонная динамика эмиссии  $\text{CO}_2$  с максимумом летом и в начале осени и снижением более чем в 2 раза в конце осени, зимой. Эмиссия  $\text{CO}_2$  грибами в подстилках зимой была ненамного выше, чем в почвах, далее резко возрастала к концу лета и сохранялась высокой всю осень, превышая в 4–5 раз уровни гумусовых горизонтов. В почвах с травянистой растительностью, даже при сохранении прошлогоднего опада, сезонная динамика эмиссии  $\text{CO}_2$  грибным пулом была не выражена.

В городском урбаноземе дополнительное внесение субстрата целлюлозы не приводило

к увеличению эмиссии  $\text{CO}_2$  грибами, и лишь в период начала осени эмиссия могла увеличиться до 2–3 раз. Тогда как в фоновой дерново-подзолистой почве добавление субстрата приводило к активации эмиссии  $\text{CO}_2$  в 3–5,5 раз круглый год. Только после прикапывания в урбаноземе растительного опада в контактном с разлагающимся опадом слое регистрировали целлюлозо-индуцированное возрастание эмиссии  $\text{CO}_2$  более чем в 4 раза как результат насыщения почвы целлюлозолитическими грибами.

При анализе почвенной ферментативной активности, отражающей жизнедеятельность микробного пула, в первую очередь грибов как наиболее весомого компонента, выявлено, что в городских почвах значения целлюлазной активности сопоставимы с фоновой дерново-подзолистой почвой и возрастают от 7–17 мг глюкозы / 10 г почвы · ч в начале весны к осени. Но в урбаноземах осеннее возрастание выражено всегда более интенсивно, в 1,5–2 раза, по сравнению с гумусовым горизонтом фоновой почвы. Зимой целлюлазная активность была еще выше в почвах, где подстилка сохранялась, и снижалась резко в почвах без подстилки.

Высокий уровень почвенной целлюлазной активности осенью-зимой, увеличение содержания эргостерола зимой-весной, отсутствие

сезонной динамики эмиссии  $\text{CO}_2$ , большее содержание живой грибной биомассы по сравнению с урбаноземами характерны для молодых городских почв техноземов, искусственно конструируемых с использованием рекультивационных смесей. Это свидетельствует, что регулярное внесение на поверхность городских почв рекультивационных смесей служит пополнению почв грибным пулом. В рекультивационных слоях клумб доля живого мицелия в структуре мицелиальной биомассы достигала 85–90 %. Тогда как в верхних горизонтах техноземов газонов в осенний период лишь треть мицелия представлена живым. Зимой под снегом содержание эргостеролов в техноземах и рекультивационных слоях клумб увеличивалось в 2 раза, выявлено активное развитие грибного мицелия, изменение доли живых спор, при этом в рекультивационных смесях сохранялось стабильно высокое разнообразие грибных сообществ, но с обилием развивались виды культивируемых грибов с фитопатогенными свойствами. Показано, что щепка, используемая в последние годы как мульчирующий элемент зимой на клумбах, служит дополнительным субстратом для развития грибов, присутствующих в городских почвах.

### Список литературы

1. Ананьева Н. Д., Сусьян Е. А., Чернова О. В., Чернов И. Ю., Макарова О. Л. Соотношение грибов и бактерий в биомассе разных почв, определяемое селективным ингибированием // Микробиология. 2006. Т. 75, № 6. С. 807–913.
2. Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В., Прокофьева Т. В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация : учеб. пособие / под ред. акад. РАН Г. В. Добровольского. М.: Ойкумена, 2003. 270 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.
4. Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех. 2005. 196 с.
5. Марфенина О. Е., Макарова Н. В., Иванова А. Е. Оппортунистические грибы в почвах и приземных слоях воздуха мегаполиса (на примере района Тушино г. Москвы) // Микология и фитопатология. 2011. Т. 45, № 5. С. 397–407.
6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 303 с.
7. Постановление Правительства Москвы от 11 мая 2010 г. № 386-ПП «О внесении изменений в постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. № 743-ПП».
8. Прокофьева Т. В., Мартыненко И. А., Иванников Ф. А. Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // Почвоведение. 2011. № 5. С. 611–623.
9. Grant W. D., West A. W. Measurement of ergosterol, diaminopimelic acid glucosamine in soil: evaluation as indicators of microbial biomass // J. of Microbiological Methods. 1986. № 6. P. 47–53.

10. Hanson C. A., Allison S. D., Bradford M. A., Wallenstein M. D., Treseder K. K. Fungal Taxa Target Different Carbon Sources in Forest Soil. Springer New York. 2008. № 11.

11. Zdybicka-Barabas A., Stączek S., Mak P., Piersiak T., Skrzypiec K., Cytryńska M. The effect of *Galleria mellonella* apolipophorin III on yeasts and filamentous fungi // J. of Insect Physiology, 2012. V. 58, № 1. P. 164–177.

A. E. Ivanova, A. S. Karlsen, V. V. Nikolaeva,  
A. V. Gofman, A. D. Kataev

Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow  
e-mail: ivanovaane@gmail.com

## FUNGI IN URBAN SOILS: BIOMASS, DISTRIBUTION AND FUNCTIONS

**Summary.** Urban soils with woody and herbaceous vegetation differ in the level of content and seasonal dynamics of alive fungal biomass, and enzymatic cellulase activity. Compared with the zonal and other urban soils, Urbic Technosols Humic contain the least amount of alive fungal biomass. A bit higher content of alive fungal biomass was found in Urbic Technosols Novic, which were artificially constructed using soil remediation mixtures. The highest content of alive and active fungal biomass was found in Terric Technic Retisols and back-

ground Albic Retisols of urban parks. An activity of fungal CO<sub>2</sub> emission increased to the maximum in the fall. The content of the alive fungal mycelium in these soils was highest in late summer. And in winter its content was the same as during the growing season. The assemblages of cellulolytic fungi in urban soils were depressed. We have showed the possibility the development of cellulolytic fungi in urban soils in the cases of the addition of litter, remediation mixtures and wood chips.

Л. Г. Исаева, Ю. Р. Химич

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН  
г. Анапты, Россия  
e-mail: isaeva@inep.ksc.ru

## ГРИБЫ В КРАСНОЙ КНИГЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В первое издание Красной книги Мурманской области [8] было включено 7 видов грибов с категорией 3 – «редкий вид»: *Leccinum percandidum* (Vassilk.) Watl., *Cortinarius violaceus* (Fr.) Fr., *Laccaria amethystine* (Hook.) Murr., *Clavariadelphus pistillaris* (Fr.) Donk, *Clavariadelphus truncates* (Quel.) Donk, *Hericium coralloides* (Fr.) S. F. Gray, *Cantharellus cibarius* Fr.

В конце 2014 года Красной книги региона была переиздана [7]. Во втором издании Красной книги список грибов, подлежащих охране, пополнился 12 видами и 1 вид был исключен [7]. Пять видов грибов включены в Перечень как виды, нуждающиеся в особом внимании к их состоянию в природной среде Мурманской области [7]. Ниже приводится информация по грибам, включенным во второе издание Красной книги Мурманской области.

Вид, исключенный из списка грибов, подлежащих охране, – осиновик белый – *Leccinum percandidum*. В соответствии с последними молекулярными исследованиями этот таксон является цветовой формой осиновика желто-бурого – *Leccinum versipelle* (Fr. et Hök) Snell [15], широко распространенного в регионе.

Виды, которые включены во второе издание Красной книги Мурманской области. *Clavicornia taxophila* (Thom) Doty – клавикорона тисовая, категория 3 (редкий вид). Сапротроф, встречается на подстилке и гниющей древесине. В Мурманской области известен по литературным данным в одной точке на северо-западе [13]. При небольшой численности популяций гриб имеет значительный общий ареал, но находится в Мурманской области на северной границе распространения. *Dichomitus squalens* (P. Karst.) D. A. Reid – дихомитус грязноватый,

категория 3 (редкий вид). Приурочен к древесине хвойных пород. Отмечен на юго-западе Мурманской области; в Лапландском заповеднике, на территории, предлагаемой под заказник регионального значения «Порий лес» [4] и заказнике «Кайта». Характерен для спелых и перестойных хвойных лесов. *Elmerina caryae* (Schwein.) D. A. – эльмерина кариевая, категория 3 (редкий вид). Имеет значительный ареал, но практически всюду редок, приурочен как к хвойным, так и к лиственным породам [2]. В пределах Мурманской области распространение изучено недостаточно – известно одно местонахождение в Хибинском горном массиве (по неопубликованным данным J. Hottola). *Flaviporus citrinellus* (Niemelä et Ryvardeen) Ginns – флавипорус лимонно-желтый, категория 2 (уязвимые виды, в том числе сокращающиеся в численности). Циркумбореальный вид [2, 11]. В Мурманской области находится на северной границе ареала, известна одна находка на территории, предлагаемой под заказник «Порий лес» [4]. Приурочен к коренным еловым лесам. *Junghuhnia collabens* (Fr.) Ryvardeen – юнгхуния сминающаяся, категория 3 (редкий вид). Встречается на валежной древесине хвойных пород [2]. В регионе известны два местонахождения: на территории предлагаемого заказника «Порий лес» и верховьях р. Цага [4]. Вид характерен для высоковозрастных еловых лесов. *Lep-toporus mollis* (Pers.) Quél. – лептопорус мягкий, категория 3 (редкий вид). Циркумбореальный вид, встречается на древесине хвойных. В Мурманской области гриб отмечен в Хибинском горном массиве, в заказнике «Лапландский лес», в верховьях р. Цага [4, 17], на о. Великий (Кандалакшский заповедник). Приурочен к коренным еловым лесам. *Microstoma protractum* (Fr.) Kanouse – микростома вытянутая, категория 3 (редкий вид). Почвенный сапротроф, встречается в лиственных и смешанных лесах. В области известно 4 местонахождения: окрестности заповедника «Пасвик» и города Апатиты, гора Крестовая (окрестности г. Кандалакша) [12], Хибинский горный массив (Дюкова И. Н., устное сообщение). *Postia hibernica* (Berk. et Broome) Jülich – постия зимняя, категория 3 (редкий вид). Северный вид, чаще приурочен к древесине сосны [9]. В области известна единственная находка на территории заповедника

«Пасвик» [10]. Имеет узкую экологическую амплитуду. *Postia persicina* Niemelä et Y. C. Dai – постия персиково-красная, категория 4 (виды, по которым существует недостаток данных), приурочен к древесине ели. В регионе встречен в заказнике регионального значения «Лапландский лес» [6], в высоковозрастных еловых лесах. *Sarcosoma globosum* (Schmidel) Casp. – саркосома шаровидная, категория 2 (уязвимые виды, в том числе сокращающиеся в численности). Почвенный сапротроф, приурочен к хвойным и смешанным лесам. Чрезвычайно редкий вид, предложен для включения в Приложение I Бернской Конвенции [16]. В пределах Мурманской области известна лишь одна находка в ельнике зеленомошном на территории государственного природного комплексного заказника «Варзугский» [12]. *Sidera lenis* (P. Karst.) Miettinen – сидера нежная, категория 3 (редкий вид), встречается на древесине хвойных. В Мурманской области гриб известен лишь из двух местонахождений на юге: территория, предлагаемая под заказник «Порий лес» и окрестности с. Колвица [4]. Характерен для коренных и девственных сосновых и еловых лесов. *Skeletocutis lilacina* A. David et Jean Keller – скелетокутис лиловый, категория 2 (уязвимые виды, в том числе сокращающиеся в численности). Встречается на древесине хвойных, чаще в спелых и перестойных влажных еловых лесах [9], внешне схож с *Trichaptum abietinum*, но имеет более мелкие поры. Для области этот ксилотроф приводится для юго-запада по сборам M. Laurila 1937 года [6], современными данными не подтвержден.

Виды, включенные в первое и второе издание Красной книги Мурманской области. *Cantharellus cibarius* Fr. – лисичка желтая, настоящая, категория 3 (редкий вид). В Мурманской области отмечен в основном по склонам гор: на территории Лапландского заповедника (Чунатундра) [8], в Хибинском горном массиве в нескольких местах по южным склонам [8], Лувеньгской тундре [3], в западной части возвышенности Кейвы (подножие горы Ровгора) (Красоткин И. С., устное сообщение), вне гор встречен в заповеднике «Пасвик» [8, 10], на острове Ряшков и островах Северного архипелага и Порьей губы Белого моря на территории Кандалакшского заповедника [5, 8]. Плодовые

тела образуются не каждый год. *Clavariadelphus pistillaris* (L.: Fr.) Donk – клавариадельфус пестиковый, категория 3 (редкий вид). Гумусовый сапротроф еловых и березово-еловых лесов разнотравно-зеленомошной группы. В Мурманской области гриб отмечен единичными экземплярами на территории Лапландского заповедника [8] и в окрестностях города Апатиты [1]. *Clavariadelphus truncatus* (Quél.) Donk – клавариадельфус усеченный, категория 3 (редкий вид). Гумусовый сапротроф. Плодовые тела наблюдаются в еловых и березово-еловых лесах зеленомошной группы в очень редкие, климатически благоприятные для этого годы. В регионе встречается на территории Лапландского и Кандалакшского заповедника [5, 8], в окрестностях пос. Умба. *Cortinarius violaceus* (L.) Gray – паутинник фиолетовый, категория 3 (редкий вид). Микоризообразователь сосны, ели, березы, растет единичными экземплярами во влажных хвойных и лиственных лесах зеленомошной группы. В Мурманской области вид отмечен на территории Лапландского и Кандалакшского заповедников [5, 8]. Встречается очень редко. *Hericium coralloides* (Scop.) Pers. – ежевик коралловидный, категория – 3 (редкий вид). Сапротроф, наблюдается на пнях и валеже лиственных деревьев, чаще на березе. Был известен на территории Лапландского и Кандалакшского заповедников [8]. Выявлен так же в окрестностях дороги Апатиты – Санкт-Петербург, в зеленых зонах городов Апатиты и Мончегорск. Плодовые тела гриба встречаются

редко и не каждый год. *Laccaria amethystina* Cooke. – лаккария фиолетовая (лиловая), категория 3 (редкий вид). Микоризный гриб влажных сосновых лесов зеленомошной группы, довольно редок. В Мурманской области отмечен в лесах по восточному берегу оз. Имандра и в двух местообитаниях на территории Лапландского заповедника [8].

Виды, нуждающиеся в особом внимании к их состоянию. *Antrodia crassa* (P. Karst.) Ryvarden – антродия толстая, в пределах области известна одна находка в Хибинском горном массиве [13]. *Clavaria rosea* Fr. – клавария розовая, в Мурманской области проходит северная граница распространения, выявлен только в таежной зоне, в окрестностях г. Кандалакша и г. Апатиты [14]. *Ramaria apiculata* (Fr.) Donk. – рамария остроконечная, находится на северной границе распространения, найден только в таежной зоне, в окрестностях г. Апатиты и пос. Алакуртти [14]. *Ramariopsis pulchella* (Boud.) Corner – рамариопсис красивый, в пределах региона проходит северная граница распространения, отмечен только в таежной зоне, в окрестностях г. Апатиты и г. Мончегорск [14]. *Clavulinopsis corniculata* (Schaeff.) Corner – рогатик рожковидный, встречен на северной границе распространения, в тундровой зоне выявлен на о-ве Нокуев, в таежной встречается чаще: окрестности оз. Сантаярви, Ньял, Ивановская Губа, Хибинский горный массив, окрестности г. Апатиты [14].

### Список литературы

1. Блинова И. В., Химич Ю. Р. Новые местонахождения некоторых видов клавариоидных грибов (Basidiomycota) в Мурманской области // Бюлл. МОИП. 2012. Отдел биол. Т. 117, № 3. С. 62–63.
2. Бондарцева М. А. Семейства альбатрелловые, апорпиевые, болетопсиевые, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые (виды с порообразным гименофором), лахнокладиевые (виды с трубчатым гименофором), пориевые, ригидопоровые, феоловые, фистулиновые. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. Вып. 2. СПб.: Наука, 1998. 391 с.
3. Емельянова Л. Г., Леонова Н. Б. К оценке биоразнообразия лесов (Лувеньгские тундры, Кольский полуостров) // Современные проблемы притундровых лесов : материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Архангельск: Сев. (Арк.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова, 2012. С. 147–151.
4. Исаева Л. Г., Химич Ю. Р. Каталог афиллофороидных грибов Мурманской области. Апатиты: Изд. Кольск. научн. центра РАН, 2011. 68 с.
5. Корякин А. С., Москвичева Л. А., Шутова Е. В. Особо охраняемые виды в Кандалакшском заповеднике // Рациональное использование прибрежной зоны северных морей : материалы VI–VII Международ. семинаров. Ч. 1. Комплексное управление прибрежными зонами. Роль заповедников в обеспечении устойчивого развития прибрежной зоны северных морей. СПб.: Изд. РГГМУ, 2004. С. 48–67.
6. Коткова В. М. К микобиоте Мурманской области // Новости систематики низших растений. 2007. Т. 41. С. 127–132.

7. Красная книга Мурманской области. Изд. 2-е, перераб. и доп. / отв. ред. Н. А. Константинова, А. С. Корякин, О. А. Макарова, В. В. Бианки. Кемерово: Азия-принт, 2014. 584 с.
8. Красная книга Мурманской области. Мурманск: Книжное изд-во, 2003. 400 с.
9. Ниемеля Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России // *Norrinia*. 2001. Т. 8. 120 с.
10. Руоколайнен А. В., Крутов В. И., Химич Ю. Р. Афиллофоровые и фитопатогенные макро- и микромицеты лесов заповедника «Пасвик» (Мурманская область) // Труды Карел. НЦ РАН. 2011. Серия Биогеография Вып. 12. № 2. С. 29–34.
11. Спиринов В. А., Малышева В. Ф. Новые находки из рода *Antrodiella* в России // Новости систематики низших растений. 2006. Т. 40. С. 189–195.
12. Химич Ю. Р., Блинова И. В., Александров Г. Н. *Microstoma protractum* (Fr.) Kanouse и *Sarcosoma globosum* (Schmidel) Casp. – редкие представители порядка *Pezizales* в Мурманской области // Бюлл. МОИП. 2013. Отдел биол. Т. 118. Вып. 1. С. 84–86.
13. Химич Ю. Р., Исаева Л. Г. К микобиоте Хибинского горного массива (Мурманская область) // Новости систематики низших растений. 2014. Т. 48. С. 219–225.
14. Ширяев А. Г. Клавариоидные грибы тундровой и лесотундровой зон Кольского полуострова (Мурманская область) // Новости систематики низших растений. 2009. Т. 43. С. 134–149.
15. Kibby G. *Leccinum* revisited a new synoptic key to species // *Field Mycology*. 2006. Vol. 7 (4). P. 77–87.
16. Senn-Irlet B., Heilmann-Clausen J., Dahlberg A. Guidance for the conservation of mushrooms in Europe // *Convention of the Conservation of European wildlife and natural habitats*. Strassbourg, 2007. 34 p.
17. Ylisirniö A.-L., Penttilä R., Berglund H., Hallikainen V., Isaeva L., Kauhanen H., Koivula M., Mikkola K. Dead wood and polypore diversity in natural post-fire succession forests and managed stands – lessons for biodiversity management in boreal forests // *Forest Ecology and Management*. 2012. Vol. 286. P. 16–27.

L. G. Isaeva, Y. R. Khimich

*Institute of the Industrial Ecology Problems of the North Kola SC*  
*RAS, Apatity*  
*e-mail: isaeva@inep.ksc.ru*

## FUNGI IN THE RED BOOK OF THE MURMANSK REGION

**Summary.** In the second edition of the Red book of the Murmansk region is a new list of protected species, which includes 18 fungi (excluded from the protected one species, first introduced 12 species). By Category fungi are distributed as follows: 14 species – 3, «rare species», 3 species – 2,

«vulnerable» and 1 species – 4 «uncertain status» for its distribution does not have sufficient data. In the List of species requiring special attention to their status in the natural environment of the Murmansk region included 5 species.

И. А. Казарцев

*Всероссийский научно-исследовательский институт*  
*защиты растений*  
*г. Санкт-Петербург, Россия*  
*e-mail: kazartsev@inbox.ru*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГРИБНЫХ СООБЩЕСТВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ДРЕВЕСНЫМ ДЕТРИТОМ, МЕТОДОМ ДНК-МЕТАБАРКОДИНГА\*

Разрушение древесины в естественных условиях является длительным и многостадийным процессом, протекающим со сменой разнообразных групп организмов. Доминирующую роль в глобальной детериорации дре-

весного вещества выполняют ксилотрофные грибы, на долю которых приходится 90 % всего разложения древесины [1, 2]. Изучению видового состава, субстратной специализации и естественной сукцессии ксилотрофных грибов

© Казарцев И. А., 2015

на древесном детрите различных пород в лесных районах Северного полушария посвящены многочисленные исследования. Почти все накопленные сведения относительно многообразия микроорганизмов, ассоциированных с древесным детритом, были получены классическими методами, путем регистрации плодовых тел в полевых условиях или выделением в чистую культуру с последующей идентификацией по культурально-морфологическим признакам [6, 7]. Известно, что при классическом подходе многие не образующие плодовых тел, требовательные к субстрату или некультивируемые микроорганизмы могут остаться незамеченными исследователем [4, 9].

С развитием молекулярных методов появилась возможность подробно изучить всех членов сообществ, населяющих почву, воздух, водоемы, донные отложения, а также разлагающиеся древесные остатки. Существует сравнительно мало работ по молекулярной идентификации сообществ микроорганизмов в древесном детрите. Часть из них была выполнена с использованием метода денатурирующего градиентного гель-электрофореза (DGGE) [5, 8, 11]. К другим молекулярным технологиям, использованным для выявления биологического разнообразия в разлагающейся древесине, можно отнести анализ терминального рестрикционного фрагмента (T-RFLP) [3].

Молекулярный метод ДНК-метабаркодинга, основывающийся на технологии секвенирования нового поколения (NGS), в корне изменил представления о возможном масштабе исследовательских задач и позволил более подробно оценивать таксономическую структуру сообществ микроорганизмов, чем это было возможно ранее [10]. В настоящее время существуют единичные работы по изучению древесного детрита этим методом.

В данном исследовании для изучения сообществ грибов, ассоциированных с древесным детритом, был имплементирован современный

метод ДНК-метабаркодинга. Указанный метод позволил проанализировать 17 образцов древесины *Pinus sylvestris*, *Picea abies* и *Betula* sp., подверженных процессам ксилолиза, и получить 61 536 нуклеотидных последовательностей ITS2 региона для дальнейшей биоинформатической обработки. По результатам анализа участка ITS2 выделено 47 операционных таксономических единиц (ОТЕ), большинство из которых удалось определить до вида. В разных образцах древесины в зависимости от породы были найдены следующие доминирующие виды и роды грибов: *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Ischnoderma benzoinum*, *Phellinus chrysoloma*, *Phlebiopsis gigantea*, *Rhodonina placenta*, *Piptoporus betulinus*, *Steccherinum tenuisporium*, *Nodulisporium* sp., *Phialocephala* sp., *Porodaedalia pini*, *Hypocrea virens*, *Leptodontidium* sp. Количество копий ITS2 региона этих грибов значительно превышало количество копий других ОТЕ в рассматриваемых образцах. В некоторых случаях обнаружено сразу несколько доминирующих видов в одной пробе. В качестве сателлитных микроорганизмов обнаружены *Anomoloma albolutescens*, *Austrolecia* sp., *Blastobotrys proliferans*, *Cladonia pyxidata*, *Cladosporium* sp., *Hyphoderma puberum*, *Hyphoderma setigerum*, *Hyphoderma subtetaceum*, *Lecytophthora* sp., *Penicillium toxicarium*, *Oidiodendron griseum*, *Rhodotorula philyla*, *Rhodotorula pustula*, *Rhinocladiella* sp., *Sistotrema brinkmannii*, *Spathaspora arborariae*, *Sugiyamaella* sp., *Trichoderma harzianum*, *Trametes versicolor*. Для некоторых ОТЕ не удалось установить таксономическую принадлежность точнее семейства или порядка (Dacrymycetaceae, Orbiliaceae, Pezizales, Saccharomycetales). Для всех образцов рассчитаны коэффициенты разнообразия Шеннона и ChaoI, на основании которых определено, что из всех исследованных образцов древесины наибольшим биоразнообразием грибов отличается разлагающаяся древесина сосны.

### Список литературы

1. Заварзин Г. А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2003. 348 с.
2. Соловьев В. А. Микогенный ксилолиз, его экологическое и технологическое значение // Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. М.: Наука, 1992. С. 140–172.
3. Allmér J., Vasiliauskas R., Ihrmark K. et al. Wood inhabiting fungal communities in woody debris of Norway spruce, as reflected by sporocarps, mycelial isolations and T-RFLP identification // FEMS Microb. Ecol. 2006. Vol. 55, № 1. P. 57–67.



4. Käärrik A. A., Rennerfelt E. Investigations on the fungal flora of spruce and pine stumps // Medd Statliga Skogsforskningsinst. 1957. Vol. 47, № 7. P. 1–88.
5. Kebli H., Drouin P., Brais S., Kernaghan G. Species composition of saproxylic fungal communities on decaying logs in the boreal forest // Microb. Ecol. 2011. Vol. 61, № 4. P. 898–910.
6. Nordén B., Paltto, H. Wood-decay fungi in hazel wood: species richness correlated to stand age and dead wood features // Biological Conservation. 2001. Vol. 101, № 1. P. 1–8.
7. Nordén B., Ryberg M., Götmark F., Olausson B. Relative importance of coarse and fine woody debris for the diversity of wood-inhabiting fungi in temperate broadleaf forests // Biol. Conserv. 2004. Vol. 117, № 1. P. 1–10.
8. Rajala T., Peltoniemi M., Pennanen T., Mäkipää R. Relationship between wood-inhabiting fungi determined by molecular analysis (denaturing gradient gel electrophoresis) and quality of decaying logs // Can. J. For. Res. 2010. Vol. 40, № 12. P. 2384–2397.
9. Rayner A. D. M., Boddy L. Fungal decomposition of wood: its biology and ecology. Chichester: Wiley, 1988. 602 p.
10. Su C., Lei L., Duan Y. et al. Culture-independent methods for studying environmental microorganisms: methods, application, and perspective // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2012. Vol. 93, № 3. P. 993–1003.
11. Vetrovsky T., Vorisková J., Snajdr J. et al. Ecology of coarse wood decomposition by the saprotrophic fungus *Fomes fomentarius* // Biodegradation. 2011. Vol. 22, № 4. P. 709–718.

I. A. Kazartsev

*All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg*  
e-mail: kazartsev@inbox.ru

#### STUDY OF FUNGAL COMMUNITIES ASSOCIATED WITH WOOD DEBRIS USING DNA METABARCODING (METHOD, APPROACH)

**Summary.** To study fungal communities associated with wood debris the modern DNA metabarcoding method was implemented. With specified method 17 samples of *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula* sp. wood debris were analyzed, and 61536 nucleotide sequences of ITS2 region for further bioinformatics processing were received. Basing on ITS2 region polymorphism 47 operational taxonomical units (OTU's) were determined. The majority of them were identified to species level. The following species and genera represent dominant fungi, which were found in different samples: *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Ischnoderma benzoinum*, *Phellinus chrysoloma*, *Phlebiopsis gigantea*, *Rhodonia placenta*, *Piptoporus betulinus*, *Steccherinum tenuisporium*, *Nodulisporium* sp., *Phialocephala* sp.,

*Porodaedalia pini*, *Hypocrea virens*, *Leptodontidium* sp. The number of ITS2 region copies of these fungi significantly exceeded number of copies of other OTU's in the considered samples. In certain cases, different dominant species revealed in one sample simultaneously. As minor component we found *Anomoloma albolutescens*, *Austrolecia* sp., *Blastobotrys proliferans*, *Cladonia pyxidata*, *Cladosporium* sp., *Hyphoderma puberum*, *Hyphoderma setigerum*, *Hyphoderma subtestaceum*, *Lecythophora* sp., *Penicillium toxicarium*, *Oidiodendron griseum*, *Rhodotorula philyla*, *Rhodotorula pustula*, *Rhino-cladiella* sp., *Sistotrema brinkmannii*, *Spathaspora arborariae*, *Sugiyamaella* sp., *Trichoderma harzianum*, *Trametes versicolor*.

О. В. Камзолкина<sup>1</sup>, О. В. Штаер<sup>1</sup>,  
О. А. Кудрявцева<sup>1</sup>, А. Е. Соловченко<sup>1</sup>,  
Л. А. Поздняков<sup>1</sup>, Е. В. Буданова<sup>1</sup>,  
В. А. Мухин<sup>2</sup>, И. С. Мажейка<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет им. первого  
Президента России Б. Н. Ельцина  
г. Екатеринбург, Россия  
e-mail: o-kamzolkina@yandex.ru

## СТРАТЕГИИ РОСТА ГРИБОВ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА АЗОТА\*

При недостатке питательных веществ в субстрате грибная колония растет в поисковом режиме (forage) [8], который позволяет грибу преодолеть участки субстрата, лишенные питательных веществ или обедненные ими, и дорасти до нового источника пищи [5]. Одним из важнейших механизмов, обеспечивающих поисковый режим, является мощный однонаправленный транспорт органических и неорганических веществ из базальной части колонии в краевую, активно растущую [1–3, 6]. Полярный транспорт «перекачивает» в растущий фронт как вещества из уже освоенных питательных субстратов, так и содержащиеся в зрелых клетках грибной колонии. В последнем случае механизм «перекачки» часто называют рециклингом (recycling) или «повторным использованием» (reuse) клеточных ресурсов [7, 8]. Согласно современным представлениям, важную роль в рециклинге играет автофагия [4].

Ксилотрофные грибы давно вызывают у исследователей особый интерес, поскольку их естественный субстрат – древесина – отличается чрезвычайно низким содержанием азота по сравнению с типичными субстратами грибов из других экологических групп. Деворазрушающие базидиомицеты выработали разнообразие стратегий, которые позволяют им развиваться в условиях дефицита азота [1]. Во-первых, они обладают механизмами строгой экономии азота, начиная от снижения биомассы и толщины гиф и заканчивая оптимизацией ферментативно-метаболических путей. Во-вторых, ксилотрофы осуществляют очень эффективный рециклинг собственных ресурсов за счет гидролиза компонентов старых клеток и даже, в некоторых случаях, полного ли-

зиса содержимого гиф. В-третьих, им доступны дополнительные источники азота – камбий и молодая древесина живого дерева, азот других микроорганизмов и т. п. Наконец, не исключено получение ксилотрофами дополнительного питания посредством их ассоциации с дiazотрофами.

В настоящем исследовании мы охарактеризовали рост нескольких видов базидиомицетов, относящихся к разным эколого-трофическим группам, на различных питательных средах и провели комплексный анализ голодающего долгое время по азоту мицелия трутовых грибов с целью установить возможные механизмы, которые позволяют им длительное время сохранять непрерывный рост на безазотных средах. В экспериментах использовали следующие виды базидиомицетов: гумусовые сапротрофы – *Coprinus comatus* и *Agaricus bisporus*, ксилотрофы – *Fomes fomentarius*, *Stereum hirsutum* и *Trametes ohracea* (развиваются на живой и мертвой древесине), а также хищный ксилотрофный вид – *Pleurotus ostreatus* (развивается на мертвой древесине).

В результате проведенных нами экспериментов было показано, что афиллофоридные ксилотрофные грибы, в отличие от других базидиомицетов, предпочитающих богатые органикой субстраты, способны не только к достаточно длительному поисковому росту, который осуществляется за счет использования собственных ресурсов мицелия и/или потокового транспорта питательных веществ из ранее освоенного субстрата (*f*-режим, *f* – от англ. *forage*), но также выработали специфическую стратегию жизни в древесном субстрате (*x*-режим, *x* – от англ. *xylotrophic*), которая во

многим близка к поисковому режиму, но при этом требует получения азота не только из собственных запасов и обеспечивает потенциально бесконечное развитие грибного мицелия в бедном по азоту субстрате.

Относительно *x*-режима – основной формы жизни древоразрушающих грибов – стратегии роста разных видов различаются. Такой гриб, как вешенка, не способен эффективно концентрировать скромные количества азота, которые присутствуют в целостной древесине: вешенка живет в древесине в поиске богатых источников азота – других микроорганизмов и даже макроорганизмов (хищничество в отношении

мелких беспозвоночных). Отсутствие механизмов высокоэффективной концентрации азота у вешенки приводит к тому, что этот гриб невозможно поддерживать бесконечно долго на бедных по азоту плотных средах методом серийных пассажей (через 50–60 сут мицелий истощается и погибает). Афиллофороидные же способны к микропотреблению азота: эти организмы извлекают следовые количества азота древесины и включают его в рециклинг; поэтому и в лабораторных условиях удается поддерживать их потенциально бесконечно долго на средах без специального внесения соединений азота.

### Список литературы

1. Cowling E. B., Merrill W. Nitrogen in wood and its role in wood deterioration // Canadian Journal of Botany. 1966. Vol. 44. P. 1539–1554.
2. Lilly W. W., Wallweber G. J., Higgins S. M. Proteolysis and amino acid recycling during nitrogen deprivation in *Schizophyllum commune* // Current Microbiology. 1991. Vol. 23. P. 27–32.
3. Paustian K., Schnurer J. Fungal growth response to carbon and nitrogen limitation: application of a model to field and laboratory data // Soil Biology and Biochemistry. 1987. Vol. 19. P. 621–9.
4. Pollack J. K., Harris S. D., Marten M. R. Autophagy in filamentous fungi // Fungal Genetics and Biology. 2009. Vol. 46. P. 1–8.
5. Richie D. L., Fuller K. K., Fortwendel J. et al. Unexpected link between metal ion deficiency and autophagy in *Aspergillus fumigatus* // Eukaryot. Cell. 2007. Vol. 6. P. 2437–2447.
6. Tlalka M., Watkinson S. C., Bebbler D., Fricker M. D. Emergence of self-organised oscillatory domains in fungal mycelia // Fungal Genetics Biology. 2007. Vol. 44. № 11. P. 1085–1095.
7. Watkinson S. C., Davison E. M., Bramah J. The effect of nitrogen availability on growth and cellulolysis by *Serpula lacrymans* // New Phytologist. 1981. Vol. 89. P. 295–305.
8. Watkinson S., Bebbler D., Darrah P. et al. The role of wood decay fungi in the carbon and nitrogen dynamics of the forest floor // Fungi in Biogeochemical Cycles. Ed. G. M. Gadd. Published by Cambridge University Press. British Mycological Society. 2006. P. 151–181.

O. V. Kamzolkina<sup>1</sup>, O. V. Shtaer<sup>1</sup>,  
O. A. Kudryavtseva<sup>1</sup>, A. E. Solovchenko<sup>1</sup>,  
L. A. Pozdnyakov<sup>1</sup>, E. V. Budanova<sup>1</sup>,  
V. A. Mukhin<sup>2</sup>, I. S. Mazheika<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow

<sup>2</sup> Ural Federal University, Ekaterinburg

e-mail: o-kamzolkina@yandex.ru

## STRATEGIES FOR THE GROWTH OF FUNGI UNDER CONDITIONS OF NITROGEN DEFICIENCY

**Summary.** Xylotrophic fungi are in the focus of scientists because of their capacity to grow under conditions of marked nitrogen deficiency. Basidiomycetes growing on wood developed some strategies that allow them find and consume nitrogen not easy accessible for many other organisms. In our experiments it was demonstrated that xylotrophic

fungi, in contrast to basidiomycetes preferred rich organic substrates, are capable of not only prolonged searching growth (f-growth or forage growth) but also developed specific strategy to life in the wood (x-growth or xylotrophic growth). F-growth is characterized by a predominant use of resources accumulated by fungal mycelium before

– that is such kind of growth is limited. X-growth is quite similar to f-growth but it is required additional nitrogen consumption and let the fungus occupy wooden substrates without limitation. Both types of growth are required recycling, but xylo-trophic basidiomycetes belonging to different eco-

logical groups use not compatible strategies to get nitrogen. While oyster mushroom could search for the rich nitrogen sources (living micro- and macroorganisms and so on) aphylophoroids are able to extract of the trace nitrogen and include it in the recycling.

**В. И. Капитонов**

Удмуртский государственный университет

г. Ижевск, Россия

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН

г. Тобольск, Россия

e-mail: kvi@uni.udm.ru

## МАТЕРИАЛЫ К МИКОБИОТЕ ТАЗОВСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)\*

Материал для данного сообщения был собран в ходе экспедиционных работ летом 2013–2014 гг. в окрестностях пос. Ямбург (Надымский р-н, Ямало-Ненецкий автономный округ, Тюменская область). Изученная территория находится на севере Западно-Сибирской равнины (Тазовский п-ов) и, согласно геоботаническому районированию Арктики [1], относится к Восточноевропейско-Западносибирской провинции субарктических тундр, для которой характерно широкое распространение растительных сообществ с участием карликовой березки, или ерника (*Betula nana*).

Микобиота района исследований изучалась с использованием маршрутного и площадочного методов на 3 ключевых участках, на каждом из которых закладывались по 3–4 учетных площадок размером 400 м<sup>2</sup>. При сборе и обработке материала использовали общепринятые методики [2, 3]. Всего собрано 80 образцов грибов, относящихся к сумчатым и базидиальным макромицетам. Гербарные образцы хранятся в личной коллекции автора.

Ниже представлен аннотированный список видов, идентифицированных в результате обработки собранного материала. Объем надвидовых таксонов указан в соответствии с системой, принятой в 10-м издании «Словаря грибов Айнсворта и Бисби» [4]. Видовые названия и сокращения авторов при таксонах приводятся по данным ресурса Index Fungorum [5].

Звездочкой (\*) отмечены виды, не указанные в сводке «Грибы Российской Арктики» [6].

Отдел ASCOMYCOTA

Порядок PEZIZALES

Семейство Helvellaceae

*Helvella corium* (O. Weberb.) Masee. На почве в мохово-кустарничковой тундре. 26.07.2014. KVI\_P7263250.

Семейство Pyronemataceae

*Octospora humosa* (Fr.) Dennis. На песке среди зеленых мхов (*Polytrichum* spp.) в пойменном псаммофитном злаково-кустарничковом сообществе. 27.07.2014. KVI\_P7273487.

*Pseudombrophila coprina* (Eckblad) Brumm. На экскрементах полевки-экономки (*Microtus oeconomus*) на участке кустарничково-лишайниковой тундры. 26.07.2014. KVI\_P7263221.

Отдел BASIDIOMYCOTA

Порядок TREMELLALES

Семейство Tremellaceae

\**Tremella mesenterica* Retz. На сухой ветке ольховника кустарничкового (*Duschekia fruticosa*) на участке ольховниково-осоковой сырой тундры вблизи поймы р. Нюдя-Адлюдрепоко. 27.07.2014. KVI\_P7273508.

Порядок AGARICALES

Семейство Cortinariaceae

*Cortinarius croceus* (Schaeff.) Gray. На участке мохово-кустарничковой тундры. 27.07.2014. KVI\_P7273399. В мохово-лишайниково-кустарничковой тундре. 27.07.2014. KVI\_P7273443.

*Galerina paludosa* (Fr.) Kühner. На сфагнуме в осоково-сфагнутой пойменной тундре. 25.07.2014. KVI\_P7253162.

Семейство Entolomataceae

*Entoloma cetratum* (Fr.) M. M. Moser. На участке ольховниково-осоковой сырой тундры вблизи поймы р. Нюдя-Адлюдрепоко. 27.07.2014. KVI\_P7273496.

Семейство Hydnangiaceae

\**Laccaria maritima* (Theodor.) Singer ex Huhtinen. На песчаной почве в мохово-кустарничковой тундре. 26.07.2014. KVI\_P7263360.

*Laccaria montana* Singer. На песке в пионерном псаммофитном злаково-кустарничковом сообществе в пойме р. Нюдя-Адлюдрепоко. 27.07.2014. KVI\_P7273462

Семейство Hygrophoraceae

*Lichenomphalia umbellifera* (L.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys. На сфагнуме в осоково-сфагнутой пойменной тундре. 25.07.2014. KVI\_P7253162. На участке слабо бугристой кустарничково-лишайниковой тундры. 26.07.2014. KVI\_P7263184.

Семейство Inocybaceae

*Inocybe lanuginosa* (Bull.) P. Kumm. На песке в пионерном псаммофитном злаково-кустарничковом сообществе в пойме р. Нюдя-Адлюдрепоко. 27.07.2014. KVI\_P7273459.

Семейство Мусенасеae

*Tectella patellaris* (Fr.) Murrill На сухих ветках ольховника кустарничкового (*Duschekia fruticosa*) на участке ольховниково-осоковой сырой тундры вблизи поймы р. Нюдя-Адлюдрепоко. 27.07.2014. KVI\_P1042550.

Семейство Omphalotaceae

*Gymnopus ocior* (Pers.) Antonín & Noordel. На участке слабо бугристой кустарничково-лишайниковой тундры. 26.07.2014. KVI\_P7263190.

Семейство Psathyrellaceae

\**Coprinopsis romagnesianae* (Singer) Redhead, Vilgalys & Moncalvo. На рудеральном участке субарктической тундры. 25.07.2014. KVI\_P7253045.

\**Coprinopsis jonesii* (Peck) Redhead, Vilgalys & Moncalvo. На рудеральном участке субарктической тундры. 25.07.2014. KVI\_P7253063. На песчаной почве в злаково-вересковой тундре. 26.07.2014. KVI\_P7263344.

*Coprinopsis atramentaria* (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo. На почве в злаково-вересковой тундре. 26.07.2014. KVI\_P7263242.

Семейство Strophariaceae

*Stropholoma magnivelaris* (Peck) Ryman (= *Stropharia magnivelaris*; = *Leratiomyces magnivelaris*). На рудеральном участке субарктической тундры. 25.07.2014. KVI\_P7253073. На остатках древесины в прибрежной полосе небольшой реки. 26.07.2014. KVI\_P7263350.

Семейство Tricholomataceae

*Arrhenia onisca* (Fr.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys. На сфагнуме в осоково-сфагнутой пойменной тундре. 25.07.2014. KVI\_P7253113. На участке слабо бугристой кустарничково-лишайниковой тундры. 26.07.2014. KVI\_P7263179.

*Arrhenia philonotis* (Lasch) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys. На сфагнуме в осоково-сфагнутой пойменной тундре. 25.07.2014. KVI\_P7253136. На участке слабо бугристой лишайниково-кустарничковой тундры. 26.07.2014. KVI\_P7263211.

*Collybia cirrhata* (Schumach.) Quel. На остатках гриба в пойменной мохово-кустарничковой тундре. 27.07.2014. KVI\_P7273433.

Порядок BOLETALES

Семейство Boletaceae

*Leccinum rotundifoliae* (Singer) A.H. Sm., Thiers & Watling. На участке кустарничково-сфагнутой тундры. 26.07.2014. KVI\_P7263276. На участке мохово-лишайниково-кустарничковой тундры. 27.07.2014. KVI\_P7273445.

Порядок GLOEOPHYLLALES

Семейство Gloeophyllaceae

*Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst. На валежном бревне лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), оставленном на участке субарктической тундры. 26.07.2014. KVI\_P7263266.

Порядок HYMENOCHAETALES

Семейство Hymenochaetaceae

*Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilat. На валежном бревне березы (*Betula* sp.), оставленном на участке субарктической тундры. 28.07.2014. KVI\_P7283548.

*Phellinus nigricans* (Fr.) P. Karst. На валежном бревне березы (*Betula* sp.), оставленном на участке субарктической тундры. 28.07.2014. KVI\_P7283544.

Порядок POLYPORALES

Семейство Fomitopsidaceae

*Antrodia xantha* (Fr.) Ryvardeen. На валежном бревне хвойного дерева, оставленном на участке субарктической тундры. 27.07.2013. KVI\_P7276569.

*Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. На валежном бревне хвойного дерева, оставленном на участке субарктической тундры. 25.07.2014. KVI\_P7253027.

Семейство Polyporaceae

*Fomes fomentarius* (L.) Fr. На валежном бревне березы (*Betula* sp.), оставленном на участке субарктической тундры. 25.07.2014. KVI\_P7253032.

*Trametes ochracea* (Pers.) Gilb. & Ryvardeen. На валежном бревне осины (*Populus tremula*), оставленном на участке субарктической тундры. 27.07.2013. KVI\_P7276001.

*Trametes suaveolens* (L.) Fr. На валежном бревне осины (*Populus tremula*), оставленном на участке субарктической тундры. 27.07.2013. KVI\_P7276560.

Порядок RUSSULALES

Семейство Peniophoraceae

*Peniophora aurantiaca* (Bres.) Höhn. & Litsch. На сухих ветках ольховника кустарникового (*Duschekia fruticosa*) в ольховниково-осоковой сырой тундре. 27.07.2014. KVI\_P7273505.

Семейство Russulaceae

*Lactarius torminosulus* Knudsen & T. Borgen. На участке ольховниково-осоковой сырой тундры. 27.07.2014. KVI\_P7273500.

*Russula aeruginea* Lindbl. ex Fr. На почве среди арктоуса альпийского (*Arctous alpina*). 25.07.2014. KVI\_P7253037.

### Список литературы

1. Александрова В. Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Л.: Наука, 1977. 189 с.
2. Бондарцев А. С., Зингер Р. А. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения // Труды Бот. ин-та АН СССР. Сер II. Споровые растения. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1950. Вып. 6. С. 459–572.
3. Вассер С. П. Агариковые грибы СССР. Киев: Наук. думка, 1985. 184 с.
4. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. et al. Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. 10th edition. Wallingford, CAB International. 2008. 771 p.
5. Index Fungorum. URL: <http://www.indexfungorum.org/Names/names.asp> (дата обращения: 10.02.2015).
6. Каратыгин И. В., Нездойминого Э. Л., Новожилов Ю. К., Журбенко М. П. Грибы Российской Арктики. Аннотированный список видов. СПб: Изд-во СПб. гос. хим.-фармацевт. акад., 1999. 212 с.

V. I. Kapitonov

Udmurt state university, Izhevsk

Tobolsk complex scientific station UB RAS, Tobolsk

e-mail: kvi@uni.udm.ru

### MATERIALS TO MYCOBIOTA OF THE TAZ PENINSULA (YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT)

**Summary.** We have presented the results of a mycobiota study near the village Yamburg (Nadymsky district, Yamal-Nenets Autonomous Okrug, Tyumen region) in the north of Western Si-

beria. During expedition's works in the summer of 2014 were identified 3 species of Ascomycetes and 29 species of Basidiomycetes.

Н. С. Карамова<sup>1</sup>, И. И. Салахова<sup>1</sup>,  
Н. К. Мочалова<sup>1</sup>, З. Сташевски<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет  
г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Татарский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства  
г. Казань, Россия  
e-mail: nskaramova@mail.ru

## СКРИНИНГ АКТИНОБАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ ДЛЯ БИОКОНТРОЛЯ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ КАРТОФЕЛЯ\*

Нарушение технологии возделывания культур, необоснованное применение химических средств защиты растений, а также неблагоприятные факторы окружающей среды приводят к нарушению гомеостаза почвенных агроэкосистем и накоплению в почве большого комплекса патогенной микрофлоры, прежде всего грибов р. *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phomopsis*, *Verticillium*, *Rhizopus*, *Pythium*, *Alternaria*, *Cercospora* [1, 5]. Чрезвычайно опасна многочисленная группа возбудителей корневых гнилей, которые встречаются практически повсеместно, ими поражается до 60 % посадок картофеля, одной из важнейших сельскохозяйственных культур [2].

Применение эффективных биопрепаратов для искусственного регулирования уровня и направленности действия ассоциации почвенной микрофлоры является наиболее перспективной стратегией развития современного растениеводства с целью получения высококачественной, экологически безопасной сельскохозяйственной продукции. Важная роль в подавлении развития возбудителей болезней растений принадлежит актинобактериям, которые по количеству антагонистических форм занимают первое место среди микроорганизмов. Известно, что актинобактерии производят более половины из 10 000 известных биологически активных соединений, что объясняет

пристальное внимание к этим бактериям в последние десятилетия [3, 4].

Целью данной работы явилось выделение и изучение антагонистических свойств почвенных актинобактерий в отношении фитопатогенных микромицетов картофеля.

В работе были использованы пробы почв с опытных полей ТатНИИСХ (Большекабанское сельское поселение Лаишевского района Республики Татарстан). Количественный анализ микрофлоры показал, что количество актинобактерий в пробах почв составляет  $15 \times 10^6$  –  $48 \times 10^6$  КОЕ/г. С применением метода скученного высева было выделено 13 изолятов актинобактерий с потенциальным антагонистическим действием в отношении других почвенных бактерий. Фунгистатическое действие выделенных изолятов было изучено в отношении фитопатогенных грибов р. *Fusarium*, *Alternaria*. Установлено, что наиболее активно ингибирует рост фитопатогенных тест-культур изолят 1. Фунгистатическая активность данного изолята максимально выражена в отношении грибов р. *Fusarium*. Диаметр зоны ингибирования роста грибов составил в среднем 9–18 мм.

Полученные результаты позволяют рассматривать выделенный изолят актинобактерий как перспективный агент в биоконтроле для защиты растений от болезней грибной этиологии.

### Список литературы

1. Атрашкова А. В. Влияние пестицидов на микрофлору дерново-подзолистых почв Беларуси // Изв. Академии аграрных наук Республики Беларусь. 2001. № 2. С. 61–64.
2. Иванюк В. Г., Банадысев С. А., Журомский Г. К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Минск: Белпринт, 2005. 696 с.
3. Clardy J., Fischbach M. A., Walsh C. T. New antibiotics from bacterial natural products // Nature Biotechnol. 2006. V. 24. P. 1541–1550.

© Карамова Н. С., Салахова И. И., Мочалова Н. К., Сташевски З., 2015

\* Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной КФУ для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект 14–83).

4. *Firáková S, Šturdíková M, Múčková M.* Bioactive secondary metabolites produced by microorganisms associated with plants // *Biologia*. 2007. V. 62. P. 251–257.

5. *Starchak V, Puschkaryova I, Machulski G.* Agro-ecological problems of protection environment // *Agroecological journal*. 2009. No 1. P. 11–15.

**N. S. Karamova<sup>1</sup>, I. I. Salakhova<sup>1</sup>,  
N. K. Mochalova<sup>1</sup>, Z. Stasevski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Kazan (Volga region) Federal University, Kazan*

<sup>2</sup>*Tatar Agriculture Research Institute, Kazan*

*e-mail: nskaramova@mail.ru*

## **ANTAGONISTIC ACTINOBACTERIA SCREENING FOR BIOCONTROL AGAINST PHYTOPATHOGENIC MICROMYCETES OF POTATO PLANT**

**Summary.** The present study was focused on isolation and estimation of antagonistic properties of soil actinobacteria against phytopathogenic micromycetes causing diseases of potato plants. It was shown that one of 13 isolated actinobacteria

significantly inhibited growth of phytopathogenic fungi of *Fusarium* genus. The results obtained allow us to consider the active actinobacterial isolate as a perspective agent for biological control of plant fungal diseases.

**Д. В. Кириллов**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

*г. Сыктывкар, Россия*

*e-mail: kirdimka@mail.ru*

## **ОЦЕНКА РЕСУРСОВ СЪЕДОБНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ В ТАЕЖНЫХ РЕГИОНАХ РФ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ООПТ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)**

Исследования проводили в период 2011–2014 гг. в Сыктывдинском и Усть-Вымском районах Республики Коми (подзона средней тайги). Основная цель – оценка биологической продуктивности и ресурсов 15 видов съедобных макромицетов в характерных местообитаниях. Ключевыми участками послужили две особо охраняемые природные территории в форме заказников, организованные для сохранения типичных для среднетаежной подзоны массивов естественных лесов, – комплексный заказник «Белый» и лесной заказник «Юильский».

Классическая методика определения ресурсов съедобных грибов [2, 9, 10] представляет собой комплекс из двух больших блоков: 1) определение урожайности грибов на единицу площади пригодных местообитаний; 2) оценка местообитаний, определение их площадей

на исследуемой территории и расчет ресурсов (запасов) съедобных грибов с использованием данных о продуктивности, полученных на первом этапе.

Исследования урожайности в нашем случае были ежегодными и осуществлены в течение летне-осеннего сезона плодообразования. На выбранных участках заложена сеть стационарных учетных площадок (100×4 м) с регулярными наблюдениями (интервал 7–10 дней) и как дополнение к ним – разовые пробные трансекты с аналогичными размерами. За каждую дату наблюдений получали данные по разовому объему сбора в каждом типе местообитаний (кг/га). Общую урожайность грибов за сезон по типам местообитаний рассчитывали путем суммирования данных по среднеразовому объему сбора грибов, полученных на площадках в течение сезона плодоношения. Среднемного-



летняя урожайность по каждому типу местообитаний получена усреднением данных за все годы исследования. Сведения по продуктивности съедобных грибов представлены в таблицах 1 и 2.

При выполнении работ по второму блоку использованы данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗ). Основная часть ресурсных методик [2, 5, 6, 8] предполагают при расчете площадей местообитаний съедобных

Таблица 1

Оценка площадей местообитаний и продуктивности съедобных видов макромицетов на территории заказника «Белый» (площадь 7819,3 га)

Тип местообитаний	Площадь, га		Средняя урожайность грибов, кг/га/год		Биологический запас съедобных видов грибов, кг	
	Б/А*	А*	Б/А	А	Б/А	А
Редина в сосняке лишайниковом	141,0	–	4,0	–	563,9	–
Сосняк лишайниковый старый	2587,1	1148,0	3,9 ± 1,2	21,1 ± 3,8	10089,7	24221,7
Сосняк лишайниковый старый высокосомкнутый	105,3	59,4	0,9 ± 0,3	4,6 ± 1,3	94,7	273,1
Сосняк лишайниковый старый разреженный	501,6	480,0	5,8 ± 1,7	18,6 ± 2,4	2909,4	8927,9
Гарь свежая по сосняку лишайниковому	–	4,4	–	31,2 ± 8,5	–	136,9
Сосняк зеленомошный старый	1226,5	211,5	7,8 ± 3,1	11,6 ± 4,0	9566,5	2453,9
Сосняк зеленомошный средневозрастный	360,3	34,3	0,5 ± 0,1	2,1 ± 1,1	180,2	72,0
Сосняк сфагновый старый	185,9	45,5	18,6 ± 7,2	4,2 ± 2,7	3458,1	191,2
Лиственный лес старый вторичный	490,9	32,6	22,8 ± 4,2	42,5 ± 23,5	11193,1	1384,7
Лиственные молодняки и кустарники	30,9	1,0	–	–	–	–
Нарушенные участки без растительности	5,9	10,1	–	–	–	–
Болота сфагновые	155,0	2,1	–	–	–	–
Итого:	5790,4	2028,9	–	–	38055,6	37661,3

Примечание: здесь и в табл. 2 \* – Б/А – участки без антропогенной нагрузки, А – участки с антропогенной нагрузкой.

Таблица 2

Оценка площадей местообитаний и продуктивности съедобных видов макромицетов на территории заказника «Юильский» (площадь 3659,3 га)

Тип местообитаний	Площадь, га		Средняя урожайность грибов, кг/га/год		Биологический запас съедобных видов грибов, кг	
	Б/А*	А*	Б/А	А	Б/А	А
Ельник зеленомошный старый	20,7	0,2	13,6 ± 3,0	17,4 ± 4,8	282,2	3,5
Сосняк сфагновый старый	108,4	–	18,6 ± 7,2	–	2016,7	–
Смешанный березово-еловый лес вторичный	1321,5	20,5	9,3 ± 8,5	21,1 ± 11,9	12289,9	432,0
Березняк зеленомошный старый	992,2	23,1	22,8 ± 4,2	42,5 ± 23,5	22622,7	982,1
Березняк зеленомошный средневозрастный	271,8	16,5	21,2 ± 6,4	39,7 ± 7,3	5762,1	654,8
Осинник зеленомошный старый	574,0	12,5	20,0 ± 5,26	22,6 ± 10,2	11480,4	282,7
Вырубка свежая (до 10 лет)	0,3	0,1	–	–	–	–
Луга и кустарники	230,5	12,0	–	–	–	–
Болото сфагновое	54,6	0,3	–	–	–	–
Итого:	3574,0	85,2	–	–	54454,0	2355,1

грибов использование данных лесоустройства (поквартальных таксационных описаний). «Бу-мажная» форма таких материалов обычно вызывает некоторые значительные препятствия, сильно затрудняющие исследования. Сложности, связанные с использованием лесоустроительных материалов, стимулировали нас на поиск более доступных, современных и точных источников геоинформационных данных, в качестве которых выступили данные спутниковой съемки. В настоящее время существует огромное количество методов анализа данных ДДЗ и способов получения необходимой информации, в том числе и по оценке растительного покрова [4, 7]. Использовали технологию автоматизированного дешифрирования растительности по материалам спектральной съемки космического аппарата *Landsat 8* с сенсором OLI. Алгоритм выделения местообитаний включал в себя последовательность операций по предварительной обработке спутниковых изображений и их спектральному анализу по методу *Supervised classification* (классификация с обучением) в программном пакете *Erdas Imagine 8.0* [3]. При наборе сигнатур обучающей выборки использовали данные полевых обследований ключевых точек, привязанных к основным типам местообитаний съедобных грибов. Эти же точки (более 150 шт.) использованы при корректировке полученных классификаций. В результате получены карты-схемы типов местообитаний (разрешение 15 м/пиксель) и составлены экспликационные таблицы по каждому из заказников. Оценка точности результатов классификации проведена по контрольным точкам с использованием матрицы соответствия. Значение суммарного показателя соответствия составило 88,5 % и 90 % – для заказников «Юильский» и «Белый» соответственно. Кроме естественных местообитаний, выделены зоны с высокой степенью антропогенной нагрузки, вызванной преимущественно сбором грибов и рекреацией. Такие участки, по нашим наблюдениям, тесно связаны со степенью развитости транспортной инфраструктуры и пригодностью ее для движения автотранспорта (особенно легкового). Отмечена прямая зависимость между состоянием дорожной сети и площадью антропогенно-измененных участков. Так в заказнике «Белый»,

где дорожная сеть достаточно хорошо развита, средняя ширина зоны с высоким антропогенным прессом составляет 150 м от автодороги, тогда как в заказнике «Юильский», труднодоступном для проезда – только 15 м. В зоне «вытаптывания» создаются специфические для макромицетов условия, о чем свидетельствует сравнение данных по урожайности естественных и измененных участков. Увеличение продуктивности грибов в условиях антропогенной нагрузки можно объяснить проявлением закона «фруктификации в результате страдания» [1].

Таким образом, получив данные по продуктивности грибов и определив площади, занятые различными типами местообитаний, мы можем оценить запасы съедобных макромицетов и ресурсные возможности территорий рассматриваемых ООПТ. Биологический запас представлен как произведение урожайности и площади местообитаний. Суммарное значение этого показателя составило 75,7 т для заказника «Белый» и 56,8 т – для заказника «Юильский». Стоит заметить, что при расчете запаса мы не рассчитываем грибоносную площадь (т. е. ту часть местообитаний, на которой образуются плодовые тела грибов; обычно 10–15 % от площади местообитания). Определять этот показатель нет необходимости, поскольку он автоматически учитывается при реализованном способе определения урожайности грибов на линейных трансектах.

Выполненное исследование показало перспективы использования спутниковых снимков высокого разрешения *Landsat* в ресурсной оценке съедобных грибов. Компьютерный анализ космоснимков дает возможность с высокой точностью идентифицировать типы, выделить контуры и определить площадь местообитаний, т. е. получить важные данные для оценки ресурсов макромицетов как на небольших территориях, так и в пределах отдельных регионов таежной зоны. Все материалы в дальнейшем возможно интегрировать в крупные ГИС-системы по ресурсам грибов различных территориальных единиц РФ.

## Список литературы

1. Васильева Л. Н. Агариковые шляпочные грибы (пор. Agaricales) Приморского края. Л., 1973. 331 с.
2. Васильков Б. П. Методы учета съедобных грибов в лесах СССР. Л.: Наука, 1968. 68 с.
3. Елсаков В. В., Кириллов Д. В. Технологии дистанционного зондирования в приложении к целям мониторинга состояния лесов и лесотаксации. Сыктывкар, 2013. 32 с.
4. Изображения Земли из космоса: примеры применения. М., 2005. 100 с.
5. Курлович Л. Е., Николаев Г. В., Черкасов А. Ф., Косицын В. Н. Руководство по учету и оценке второстепенных лесных ресурсов и продуктов побочного лесопользования. М., 2003. 316 с.
6. Методика оценки запасов дикорастущих ягод (семейства брусничных) и грибов при лесоустройстве в Центральной части подзоны южной тайги и северной подзоны смешанных лесов европейской территории РСФСР. М., 1990. 28 с.
7. Савиных В. П., Цветков В. Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. М., 2001. 228 с.
8. Сенникова Л. С., Скрябина А. А. Динамика урожайности и заготовок съедобных грибов в разных природных подзонах Кировской области // Ботанические исследования на Урале. Свердловск, 1986. С. 23.
9. Скрябина А. А. Методы ресурсной характеристики съедобных грибов // Проблемы региональной экологии : материалы конф. Новосибирск, 2000. Вып. 8. С. 111–113.
10. Черкасов А. Ф., Веремьева С. С. Метод расчета запасов съедобных грибов по материалам лесоустройства // Вопросы лесного охотоведения и побочных пользований : сб. науч. трудов. Пушкино, 1986. С. 90–96.

D. V. Kirillov

*Institute of Biology Komi SC UB RAS, Syktyvkar  
e-mail: kirdimka@mail.ru*

## RESOURCE ASSESSMENT OF EDIBLE MUSHROOMS IN BOREAL REGIONS OF RUSSIA USING EARTH REMOTE SENSING DATA (ON THE EXAMPLE OF SOME PROTECTED AREAS OF THE KOMI REPUBLIC)

**Summary.** The results of productivity estimation and data on resources of edible species of mushrooms in a typical habitats of middle taiga subzone are shown in the paper. The possibilities

for using of the high-resolution multispectral satellite imagery to the identification of mushrooms habitats and calculating their areas were discussed.

В. А. Ковалева, Ф. М. Хабибуллина,  
А. Н. Панюков

*Институт биологии КомиНЦ УрО РАН  
г. Сыктывкар, Россия  
e-mail: kovaleva@ib.komisc.ru*

## ИЗМЕНЕНИЯ В СООБЩЕСТВЕ ПОЧВЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ В ПРОЦЕССЕ САМОВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СУКЦЕССИИ АГРОЭКОСИСТЕМЫ В ТУНДРОВОЙ ЗОНЕ

После прекращения хозяйственного использования агроэкосистемы начинается процесс самовосстановительной сукцессии. Трансформация почвы, как наиболее консервативного компонента экосистемы отстает от преобразования растительного сообщества [1]. Однако по микробиологическим показателям

можно выявить изменения на самых ранних этапах демулационной сукцессии. Микроорганизмы являются компонентом экосистемы, определяющим вместе с растительностью интенсивность круговорота органического вещества – главного механизма, функционально связывающего компоненты экосистемы и ста-

билизирующего ее состояние. Для определения направления трансформации органического вещества в почве необходимо иметь данные относительно численности и видового состава грибных сообществ, так как именно грибы играют основную роль в деструкции растительных остатков в наземных экосистемах. Актуальность таких исследований в постагрогенных экосистемах не вызывает сомнений, так как процессы самовосстановления агробиоценозов остаются до конца не изученными, особенно в условиях крайнего севера.

Цель исследования – изучить изменение видового разнообразия и таксономической структуры микроскопических грибов в почве постагрогенной сукцессии в тундровой зоне.

Тундровая зона Республики Коми относится к районам так называемого экстремального земледелия. Здесь в 90-х годах XX в. сократилась площадь сельхозугодий, освоение которых началось в 50-е годы того же века. Объектом исследования является многолетний сеяный луг, выведенный из сельскохозяйственного использования более 16 лет назад. Сенокосный луг был создан в 1958 г. После обработки тундровой почвы и внесения удобрений были высеяны многолетние травы: лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*) и мятлик луговой (*Poa pratensis*). В 1998 г. использование луга прекратили, и агроэкосистема перешла на стадию трансформации.

Исследования состава и структуры фитоценоза, проведенные в последние годы, показали, что состав травянистого сообщества сохраняется без существенных изменений с прежним основным комплексом эдификаторов (высеянные виды трав). Однако постепенно идет накопление количественных изменений в травостое, выраженных в усилении его мозаичности – внедрение злаков и разнотравья, образующих синузии. Вместе с тем основная доля в продуктивности принадлежит высеянным видам. Под влиянием агрофактора и многолетнего травянистого сообщества сформировалась луговая дерновая поверхностно-глеевая суглинистая почва. Глеево-тиксотропный слой тундровой почвы в процессе функционирования агроэкосистемы преобразовался в освоенный слой, который разделен на дернину (горизонт Адер) и гумусово-аккумулятивный горизонт (горизонт

А1). В настоящее время почва постагрогенной экосистемы сохраняет морфологическое строение, сформировавшееся в предшествующий период развития сеяного луга.

Отбор почвенных образцов для микробиологического анализа проводили в 2010, 2011 и 2014 гг. из верхних горизонтов почвы с соблюдением стерильности [4]. Численность и видовой состав микромицетов определяли на среде Чапека [2]. Для характеристики структуры комплексов грибов, выявления доминирующих, частых, редких и случайных видов использовали показатель частоты встречаемости [6]. Видовую идентификацию выделенных штаммов проводили по определителям в соответствии с базой данных (<http://www.indexfungarum.org>) [5, 7–9].

В 2010 г. из исследуемой почвы выделено всего 25 видов из 11 родов, включая две формы стерильного мицелия. В таксономическом отношении преобладает группа несовершенных грибов (Anamorphic fungi), она представлена 16 видами из 7 родов: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Geomyces*, *Penicillium*, *Trichoderma* и светлоокрашенный и темноокрашенный *Mycelia sterilia*. Наиболее богатыми по числу видов были рода *Trichoderma* (7 видов) и *Penicillium* (4 вида), остальные роды представлены одним видом. Из отдела Zygomycota выделено 6 видов из 3 родов: *Mortierella*, *Mucor* и *Umbelopsis*. Среди зигомицетов наибольшее число видов принадлежит роду *Mucor* (4 вида). Немногочисленны грибы отдела Ascomycota, выделено 3 вида из рода *Chaetomium*. Комплекс почвенных микромицетов представлен преобладающим числом редких и случайных видов. Доминирующим видами (частота встречаемости >60 %) являются *Geomyces pannorum* и *Mycelia sterilia* светлоокрашенный. К частым видам (частота встречаемости 30–60 %) относятся *Fusarium oxysporum*, и *Mycelia sterilia* темноокрашенный. *Geomyces pannorum*, *Mucor hiemalis* светлоокрашенный и темноокрашенный *Mycelia sterilia* типичные представители тундровых почв, *Fusarium oxysporum* – представитель более южных почв в северных почвах тесно связан с травянистой растительностью [3].

В 2011 г. выявленное разнообразие микромицетов в почве постагроэкосистемы несколько выше. Выделено 29 видов из 13 родов, вклю-

чая светлоокрашенный стерильный мицелий. Среди анаморфных аскомицетов обнаружено 9 родов, из них роды *Acremonium*, *Cladosporium* и *Raecilomyces* не были выделены ранее. В этот год обнаружена только одна светлоокрашенная форма стерильного мицелия. Из зигомицет наибольшее число видов принадлежит роду *Mucor* (4 вида), род *Mortierella* представлен 3 видами, а род *Umbelopsis* только одним – *Umbelopsis ramanniana*. Типичными микромицетами, выявленными с частотой встречаемости более 60 %, являются *Geomyces pannorum* и *Mycelia sterilia* светлоокрашенный, с частотой встречаемости 30–60 % – *Mucor globosum*, *Mucor hiemalis*, *Cladosporium herbarum* и *Fusarium oxysporum*.

В 2014 г. из верхних горизонтов почвы постагрогенной экосистемы выделено всего 24 вида грибов из 14 родов, включая светлоокрашенную и темноокрашенную формы стерильного мицелия. Большинство выделенных видов, как и в предыдущие годы исследования, относится к группе несовершенных грибов, однако изменился таксономический состав. Выделенные виды относятся к 9 родам: *Aspergillus*, *Geomyces*, *Cephalosporium*, *Chrysosporium*, *Spicaria*, *Penicillium*, *Trichoderma* и светлоокрашенный и темноокрашенный *Mycelia sterilia*. При этом все рода представлены 1–3 видами. Доминантами в комплексе типичных видов являются *Cladosporium cladosporioides*, *Mucor hiemalis* и *Mycelia sterilia* светлоокрашенный. К частым видам относятся *Geomyces pannorum*, *Umbelopsis isabellina*, *Aspergillus ochraceus*, *Trichoderma sp.* и *Mycelia sterilia* темноокрашенный. В образцах

этого года не выделялся *Fusarium oxysporum*; отмечено большое количество дрожжевых грибов, развитие которых связано с увеличением влажности почвы из-за погодных условий.

В 2010 г. численность грибов в дерновом и гумусово-аккумулятивном горизонтах составила  $561 \pm 19$  и  $188 \pm 9$  тыс. КОЕ / г а.с.п. соответственно; в 2011 г. –  $671 \pm 18$  и  $246 \pm 74$  тыс. КОЕ / г а.с.п. соответственно, в 2014 г. –  $43 \pm 2$  и  $47 \pm 2$  тыс.КОЕ / г а.с.п. соответственно.

Общая численность микроскопических грибов во многом зависела от погодных условий конкретного года отбора образцов. Возможно, жаркая и засушливая погода летом 2010 г. не являлась столь критичной для развития почвенных грибов, как затяжная весна и холодное дождливое лето в 2014 г., определившие низкие показатели численности микромицетов в почве по сравнению с предыдущими годами. При резком сокращении численности нами не выявлено значительного сокращения видового разнообразия почвенных грибов. Изменения в таксономической структуре могут быть связаны с конкретными погодными условиями года. Основу комплекса микромицетов составляют виды *Geomyces pannorum*, *Mucor hiemalis* и светлоокрашенный *Mycelia sterilia* в пробах всех дат отбора. Анализ видового разнообразия и таксономической структуры показал, что микоценоз почвы постагрогенной экосистемы находится в состоянии стабильного функционирования, что связано с устойчивостью фитоценоза и почвы.

#### Список литературы

1. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота // Материалы Всерос. науч. конф. М., 2008. 405 с.
2. Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М., 1989. 336 с.
3. Биологическое разнообразие и продуктивность антропогенных экосистем Крайнего Севера. Екатеринбург, 2005. 122 с.
4. Кураков А. В. Методы определения и характеристики комплексов микроскопических грибов наземных экосистем : учеб.-метод. пособие. М., 2001. 92 с.
5. Литвинов М. А. Определитель микроскопических почвенных грибов. Л., 1967. 302 с.
6. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М., 1988. 220 с.
7. Пидопличко Н. М. Пеницилли (ключ для определения видов). Киев, 1972. 150 с.
8. Ramirez C. Manual and atlas of the Penicillia. Amsterdam-N.-Y.- Oxford: Elsevier Biomedical Press, 1982. 874 p.
9. Domsh K. H., Gams W, Anderson T.-H. Compendium of soil fungi. IHW-Verlag Eching, 2007. 672 p.

V. A. Kovaleva, F. M. Khabibullina, A. N. Panyukov

*Institute of Biology Komi SC UB of RAS, Syktyvkar*

*e-mail: kovaleva@ib.komisc.ru*

## CHANGES OF SOIL MICROMYCETES DURING SELF-RESTORING SUCCESSION OF AGROECOSYSTEM IN THE TUNDRA ZONE

**Summary.** The soil of agroecosystem in the tundra zone which has not been cultivated for the last 16 years is not surviving any essential changes in species composition and taxonomic structure of soil fungi. The stable state of micromycetes is related to the absence of changes in composition and

structure of phytocenosis and soil. The complex of micromycetes is formed mainly of species typically representing virgin tundra and cultivated soils. The identified variations in total number of fungi are related to weather conditions of a particular year.

М. В. Корнейкова, А. А. Чапоргина

*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН*

*г. Анатиты, Россия*

*e-mail: korneykova@inep.ksc.ru*

## СОСТОЯНИЕ КОМПЛЕКСОВ ПОЧВЕННЫХ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ КАНДАЛАКШСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА\*

Кандалакшский алюминиевый завод (КАЗ) является единственным в мире предприятием по производству алюминия, расположенным за Полярным кругом. В его газовоздушных выбросах содержится значительное количество загрязняющих веществ: фтористый водород, плохо растворимые фториды, смолистые вещества, полициклические ароматические углеводороды, пыль неорганическая. Приоритетными загрязнителями являются фтористые соединения, которые представляют большую опасность для живых организмов, в том числе для человека.

В начале текущего столетия были проведены исследования почв, почвенной биоты и процессов трансформации органического вещества в почвах, находящихся в зоне воздействия Кандалакшского алюминиевого завода [1–3]. В это время на КАЗе было завершено строительство газоочистных сооружений электролизного производства, что в дальнейшем позволило значительно сократить выбросы вредных соединений в атмосферу.

Цель исследования – определить состояние почвенной микобиоты по градиенту загрязнения воздушными выбросами алюминиевого

завода и провести сравнительный анализ за последние 10 лет.

Отбор почвенных образцов (Al-Fe-гумусовые подзолы) проводили на стационарных площадках, расположенных на расстояниях 1,5; 5; 10; 20 и 50 км от завода в северном направлении (по розе ветров) в 2011–2014 гг. Численность микромицетов определяли методом посева на питательную среду сусло-агар с молочной кислотой: биомассу и длину мицелия грибов – методом флуоресцентного микроскопирования. Идентификацию грибов проводили по культурально-морфологическим признакам.

Концентрация соединений приоритетного загрязнителя фтора в атмосферных выпадениях и в органогенном горизонте почвы в зоне воздействия завода в 2011 г. достоверно снизилась относительно 2001 г. в 2 раза. В обследуемой почве определено, что содержание Al уменьшилось только в непосредственной близости к заводу. Концентрации F, Ca и Mg в жидкой фазе более высокие, чем в твердой, поэтому эти элементы, распространяются на большие расстояния от источника загрязнения (до 15–20 км). Si, Al, Fe, P содержатся в основном

© Корнейкова М. В., Чапоргина А. А., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12–04–00547\_а).

в составе твердой фазы и выпадают в пределах пятикилометровой зоны. В наиболее загрязненной зоне произошло также снижение кислотности подстилок почти на 2 единицы рН. В связи со снижением объема загрязняющих веществ в выбросах завода зона максимального загрязнения почвы сократилась с 2,5 км до 1,5 км от источника выбросов, зоны сильного и умеренного загрязнений – на 5,0 км [4].

Закономерности, выявленные в 2001 г. [1, 3] по развитию микобиоты в почвах, загрязненных выбросами алюминиевого завода, подтвердились и через 10 лет. Так, было установлено достоверное снижение численности и биомассы (рис. 1) микроскопических грибов по мере возрастания степени загрязнения почвы выбросами алюминиевого завода.

В 2011 г. численность и биомасса микроскопических грибов в зоне максимального загрязнения была более чем в 2 раза ниже по сравнению с удаленными от завода участками. Причем эти различия сильнее выявляются при определении численности грибов методом посева на питательную среду, чем при определении длины грибного мицелия и его биомассы прямым микроскопическим методом, т. к. последним, наравне с жизнеспособным, учитывается и мертвый мицелий. Изменения в численности, структуре и составе грибных сообществ в загрязненной почве происходят не только в результате высокого содержания в ней соединений фтора ( $\geq 1000$ – $1200$  мг/кг), но и в силу значительного снижения ее кислотности

(около 2 единиц рН), а также обострения конкуренции с прокариотами в среде, близкой к нейтральной.

Комплекс микроскопических грибов в зоне воздействия КАЗа в настоящее время представлен 31 видом, относящимся к 14 родам, 14 семействам, 11 порядкам, 5 классам, 2 отделам и группой грибов со стерильным мицелием (табл. 1). Виды *Exophiala jeanselmei*, *Penicillium corylophilum*, *P. jensenii*, *P. miczynskii*, *P. nalgiovense*, *Scopulariopsis brumptii*, *Trichoderma koningii* были выделены только в наиболее загрязненной зоне. *Acremonium rutilum*, *T. polysporum*, *Wardomyces anomalus* и грибы рода *Torula* – только на фоновом участке. В зоне сильного загрязнения по обилию доминировали виды *P. trzebinskii* и *P. miczynskii*. В зоне умеренного загрязнения и на фоновом участке – *P. glabrum*, *P. spinulosum* и *Memnoniella echinata*.

Видовой состав комплексов микроскопических грибов в предыдущий период (2001–2004 г.) составил 44 вида. Необходимо отметить, что только 60 % видов, выделенных в настоящее время, отмечены в данном районе и 10 лет назад. За этот период произошли заметные изменения в структуре грибных комплексов.

За десять лет функционирования Кандакшского алюминиевого завода при эксплуатации современных очистных сооружений произошло существенное снижение выбросов в окружающую среду, но поллютанты, накопленные в экосистемах, по-прежнему препятствуют развитию микроскопических грибов.

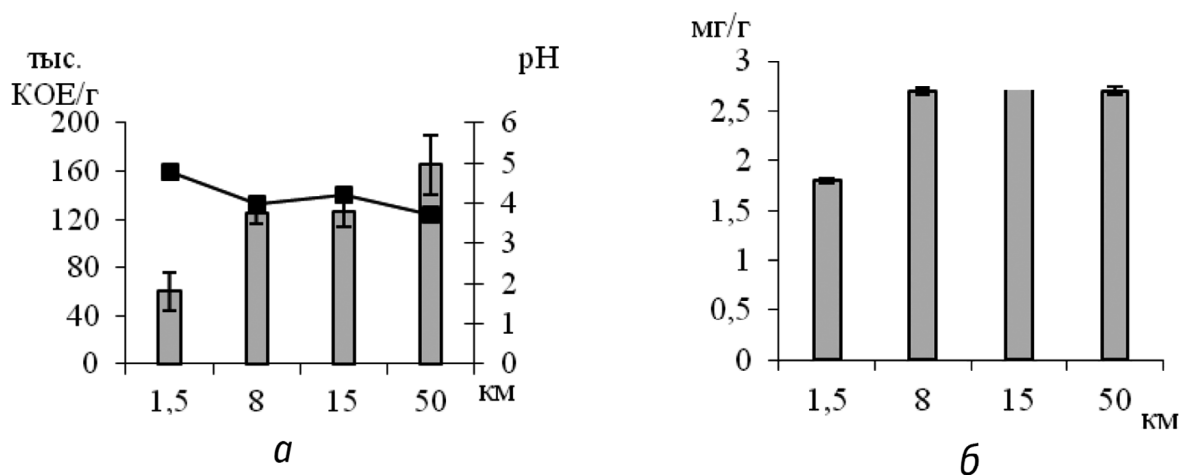


Рис. 1. Численность (тыс. КОЕ/г) и значение рН водной суспензии (а) и биомасса (мг/г) (б) грибов в подстилке по градиенту загрязнения, 2011 г.

Таблица 1

Видовое разнообразие комплексов почвенных микроскопических грибов в зоне воздействия  
Кандалакшского алюминиевого завода, 2011–2014 гг.

Вид	Расстояние, км		
	1,5	10	50
Отдел Zygomycota, Класс Incertae sedis			
Порядок Mucorales, Семейство Umbelopsidaceae			
<i>Umbelopsis isabellina</i> (Oudem.) W.Gams	0,3	1,3	1,1
Семейство Mucoraceae			
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer		4,7	1,7
<i>Mucor</i> sp.	0,1	3,2	1,9
Порядок Mortierellales, семейство Mortierellaceae			
<i>Mortierella longicollis</i> Dixon-Stew.		0,3	3,5
Отдел Ascomycota, класс Eurotiomycetes			
Порядок Eurotiales, семейство Trichocomaceae			
<i>Penicillium corylophilum</i> Dierckx	0,4		
<i>P. implicatum</i> Biourge		0,3	2,8
<i>P. jensenii</i> K.M.Zaleski	0,4		
<i>P. glabrum</i> (Wehmer) Westling	19,7	84,2	50,0
<i>P. lividum</i> Westling	1,8	1,3	
<i>P. miczynskii</i> K.M.Zaleski	25,3		
<i>P. nalgiovense</i> Laxa	1,6		
<i>P. nigricans</i> K.M.Zaleski		2,5	1,1
<i>P. raistrickii</i> G.Sm.		1,3	1,1
<i>P. restrictum</i> K.M.Zaleski	1,9	1,3	8,9
<i>P. simplicissimum</i> (Oudem.) Thom	1,4	0,08	1,1
<i>P. spinulosum</i> Thom	13,2	18,4	31,3
<i>P. thomii</i> Maire	0,6	0,2	1,1
<i>P. trzebinskii</i> K.M.Zaleski	36,5	2,6	2,1
Порядок Chaetothyriales, семейство Herpotrichiellaceae			
<i>Exophiala jeanselmei</i> (Langeron) McGinnis et A.A. Padhye	2,5		
Класс Sordariomycetes			
Порядок Microascales, семейство Microascaceae			
<i>Scopulariopsis brumptii</i> Salv. – Duval	3,9		
Порядок Нуроcreales, семейство Нуроcreaceae			
<i>Trichoderma koningii</i> Oudem	0,6		
<i>T. polysporum</i> (Link) Rifai			0,4
<i>T. viride</i> Pers.	1,8	1,3	0,5
Семейство Incertae sedis			
<i>Memnoniella echinata</i> (Rivolta) Galloway	6,3	18,7	26
Порядок Microascales, семейство Microascaceae			
<i>Wardomyces anomalus</i> F.T.Brooks et Hansf.			0,4
<i>Wardomyces</i> sp.		0,9	
Порядок Нуроcreales, семейство Incertae sedis			
<i>Acremonium rutilum</i> W. Gams			0,2
Класс Dothideomycetes			
Порядок Dothideales, семейство Dothioraceae			
<i>Aureobasidium pullulans</i> (De Bary et Lowenthal) Arnaud	0,6	1,1	0,3
Семейство Incertae sedis			
<i>Phoma</i> sp.			0,2
Порядок Carnodiales, семейство Davidiellaceae			
<i>Amorphotheca resinae</i> Parbery		2,7	21,3
Класс Incertae sedis			
порядок Incertae sedis, семейство Incertae sedis			
<i>Sterilia mycelia</i> dark	60,5	46,7	31
<i>Torula allii</i> (Harz) Sacc	11,2	10,7	21,7



Видовой состав только на 60 % совпадает с перечнем видов предыдущего периода исследований, но причина этого кроется не только во влиянии выбросов, но и в погодноклиматических условиях периода отбора.

#### Список литературы

1. Евдокимова Г. А., Зенкова И. В. Влияние выбросов алюминиевого завода на биоту почв Кольского полуострова // Почвоведение. 2003. № 8. С. 973–979.
2. Евдокимова Г. А., Зенкова И. В., Мозгова Н. П., Переверзев В. Н. Почва и почвенная биота в условиях загрязнения фтором. Апатиты: Изд. Кольск. науч. центра РАН. 2005. 155 с.
3. Евдокимова Г. А., Корнейкова М. В., Лебедева Е. В. Сообщества микромицетов в почвах в зоне воздействия алюминиевого предприятия // Микология и фитопатология. 2007. Т. 41, № 1. С. 20–28.
4. Евдокимова Г. А., Корнейкова М. В., Мозгова Н. П. Изменения свойств почв и почвенной биоты в зоне воздействия аэротехногенных выбросов Кандалакшского алюминиевого завода // Почвоведение. 2013. № 10. С. 1274–1280.

M. V. Korneykova, A. A. Chaporgina

*Institute of the Industrial Ecology Problems of the North KolaSC RAS*

*Apatity*

*e-mail: korneykova@inep.ksc.ru*

#### STATUS OF SOIL MICROSCOPIC FUNGI COMPLEXES IN THE AREA OF IMPACT AEROTECHNOGENIC EMISSIONS FROM KANDALAKSHA ALUMINUM PLANT

**Summary.** It has been performed comparative analysis of changes in the soil properties and in the soil mycobiota that had occurred over the last 10 years on the gradient of airborne pollution emissions Kandalaksha aluminum plant in connection with reduction their volume. The concentration of priority pollutant fluorine compounds in atmospheric precipitation and in the soil organic horizons was a significantly lower in 2011 compared to 2001 year in the impact plant zone. At present,

the species composition of the microscopic fungi complexes represented by 31 species. 60 % of the selected species are found in both the study period. There was decreased acidity of litter almost 2 pH units near the plant at a distance of 2 km. Plant emissions still caused inhibition of fungal biota as the method of planting and the method of direct calculation. Over the 10-year period there was a significant change of the dominant species.

Е. А. Крапивина, З. Х. Харзинов,

С. Г. Козьминов

*Кабардино-Балкарский государственный университет*

*г. Нальчик, Россия*

*e-mail: e.a.krapivina@mail.ru,*

*harzonov@rambler.ru, s\_g\_k@mail.ru*

#### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ГРУПП ОРГАНИЗМОВ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ КАВКАЗЕ

В настоящее время возрос интерес к изучению биологического разнообразия, оценке биоресурсов регионов, сохранению генофонда живых организмов как основы функционирования природных биогеоценозов и их экосистем. В этой связи исследования многих групп и отдельных таксонов Центрального Кавказа

представляет значительный интерес. Регион интересен в плане изучения филогении, систематики, экологии, биологии разных организмов, а также изучения их генофонда и биологического мониторинга экосистем. Флора и фауна Центрального Кавказа самобытны и включают уникальные эндемичные и реликтовые виды.

На этой территории встречаются таксоны различного происхождения с разными экологическими и биологическими особенностями.

Исследования по экологическому распределению организмов проводились на природных наземных и водных равнинных (до 500 м над ур. м.), предгорных (500–1000 м над ур. м.) и горных (1000–3500 м над ур. м.) экосистемах. В качестве модельных групп выбраны: 1) грибы (макромицеты), являющиеся одним из главных компонентов экосистем; анализ их сообществ показывает изменения в сообществах и экологических процессах [1]; 2) листостебельные мхи, представляющие неотъемлемую часть растительных сообществ и биосферы в целом; 3) личинки стрекоз, являющихся одним из массовых компонентов водных биоценозов, ведущих амфибионтный образ жизни.

При исследовании экологического распространения макромицетов надо учитывать их субстратную специализацию. Естественный состав дендрофлоры формирует структуру сообществ микобиоты. Необходимо также учитывать природно-климатические условия произрастания, определяющие видовое разнообразие. Центральный Кавказ – уникальный регион, где разнообразие климатических особенностей, почвенного, растительного покровов, подчиненные вертикальной поясности горных ландшафтов создают эффект высокого видового разнообразия [2].

Для равнинной зоны характерны макромицеты видов: *Daldinia concentrica*, *Rhodopolium abortivus*, *Pluteus cervinus*, *Hypholoma capnoides*, *Kueheromyces mutabilis*, *K. vernalis*, *Pholiot mutabilis*, *Collybia dryophylla*, *C. acervata*, *Mycena galericulata*, *M. rosella*, *Inonotus hispidus*, *Onnia tomentosa*, *Daedaleopsis confragosa*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Paxillus involutus*, *Polyporus squamosus*, *Naucoria semibicularis*. Преобладающими семействами являются Tricholomataceae и Coriolaceae. Симбиотрофами дуба являются такие виды, как *Lactarius vellereus*, *L. volemus*, *Xerocomus chrysenteron*, *X. subtomentosus* и другие. Они также широко распространены в широколиственных и смешанных лесах. Среди ксилотрофов, найденных на древесине дуба, подавляющее большинство отмечено также и на других широколиственных и хвойных деревьях (*Armillaria mellea*, *Mycena*

*galericulata* и др.). На листовом опаде произрастает *Marasmius alliaceus*. Узко специализированным к роду *Quercus* L. является *Festulina hepatica* и 13 видов рода *Cortinarius* (*C. ceraceus*, *C. cereifolius*, *C. crassus*, *C. variegatus*, *C. pholideus*, *C. trivialis*, *C. violaceus*, *C. bulliardii*, *C. malicorius*, *C. odorifer*, *C. semisanguinea*, *C. pseudosulphureus*, *C. collinitus*).

Для предгорной зоны (в средней и верхней частях лесного пояса) характерны 29 видов макромицетов из 16 родов и 11 семейств: *Daldinia concentrica*, *Rhodopolium abortivus*, *Pluteus cervinus*, *Hypholoma capnoides*, *Kueheromyces mutabilis*, *K. vernalis*, *Pholiot mutabilis*, *Collybia dryophylla*, *C. acervata*, *Mycena galericulata*, *M. rosella*, *Inonotus hispidus*, *Onnia tomentosa*, *Daedaleopsis confragosa*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Paxillus involutus*, *Polyporus squamosus*, *Naucoria semibicularis* и др.

Для горной зоны определяющими семействами являются: Tricholomataceae (69 видов), Cortinariaceae (46), Russulaceae (23), Agaricaceae (15), Strophariaceae (13), Coprinaceae (11). Среди макромицетов буковых формаций этой высотной зоны выделяются широко распространенные виды *Armillaria galica*, *A. mellea*, *Flammulina velutipes*, *Oudemansiella mucida*, *Pleurotus ostreatus*, *P. pulmonarius*. На древесине различных стадий деструкции поселяются представители родов *Pluteus* (*P. cervinus*, *P. galericoides*), *Mycena* (*M. crocata*, *M. galericulata* и др.), *Crepidotus* (*C. mollis*), *Lentinus*, а также *Kueheromyces mutabilis*, *Marasmius alliaceus*, *Xerula radicata* и др. Симбиотрофы дуба широко распространены в широколиственных и смешанных лесах, образуют связи с другими лиственными и хвойными породами – *Lactarius vellereus*, *L. volemus*, *Xerocomus chrysenteron*, *X. subtomentosus* и др. Симбиотрофами сосны являются *Gomphidius glutinosus*, *G. rutilus*, *G. roseus*, *G. viseidus* *Lactarius deliciosus* var. *pini*, *L. deliciosus* var. *picei*, *L. semisanguifluus*, *L. salmonicolor*, *L. pubescens*, *L. torminosus*, *Russula decolorans*, *R. puellaris*, *R. vesca*, *R. paludosa*, *R. eruthropoda*, *R. veteriosa*, *R. rosacea*, *R. adusta*, *Suillus luteus* [3].

При изучении экологического распределения листостебельных мхов учитывали характерную ландшафтно-вертикальную поясность, почвенно-климатические условия Центрального Кавказа. Наибольшее видовое богатство

данной группы характерно для предгорной зоны (лесного типа пояса): 295 видов (90,4 % от всей флоры мхов). Ведущие по числу видов в данном поясе выступают следующие семейства: Pottiaceae (31 вид); Grimmiaceae и Brachytheciaceae (по 27); Bryaceae (24); Dicranaceae (23); Amblystegiaceae (19); Orthotrichaceae и Mniaceae (по 17); Нурпачеae (16); Polytrichaceae (11). Флора верхне-лесного пояса богаче по числу видов (250 видов, 76,6 %) и по составу верных видов (74) [4, 5].

В высокогорных районах (субальпийский, альпийский и субнивальные пояса) зафиксировано 123 вида листостебельных мхов (37,7 % от всей флоры мхов). Здесь ведущее положение занимают виды следующих семейств: Bryaceae (18 видов); Grimmiaceae и Dicranaceae (по 12); Pottiaceae (9); Polytrichaceae и Amblystegiaceae (по 8); Sphagnaceae и Нурпачеae (по 7). Субальпийский пояс характеризуется более высоким видовым богатством (84 вида, 25,7 %) по сравнению с альпийским (61 вид, 18,7 %) и субнивальным (27 видов, 8,2 %), хотя количество верных видов одинаково (по 8). Наименьшее количество видов характерно в целом для степного пояса равнины (40 видов, 12,2 %) и нагорно-ксерофитного типов пояса (24 вида, 7,3 %).

Поясные флоры характеризуются различным соотношением географических элементов. Для степного пояса наиболее характерно присутствие широко распространенных видов (18 видов, 45 % от всей флоры пояса). Представители нижне-лесного пояса тяготеют к бореальному (47 видов, 28,6 %) и неморальному (54 вида, 33 %) геоэлементам. В верхне-лесном поясе наиболее представительны неморальный (60 видов, 24 %) и плюризональные элементы (66 видов, 26,4 %). В нагорно-ксерофитном поясе резко возрастает доля видов аридного геоэлемента (10 видов, 41,6 %). В субальпийском поясе доминируют виды плюризонального геоэлемента (29 видов, 34,5 %), участие аркто-альпийских и бореальных одинаково (22, 26,1 %). Альпийский пояс характеризуется высоким участием широко распространенных (20, 32,7 %) и аркто-альпийских (18, 30 %) видов. В субнивальном поясе резко возрастает количество аркто-альпийских видов (15, 55,5 %).

Экологическое распределение, формирование и изменение видового разнообразия стре-

коз и их биотопическая приуроченность зависят от наличия подходящих водных экосистем для прохождения личинками жизненного цикла. На распространение личинок стрекоз влияют многие экологические факторы, действующие совместно [6, 7].

Основу личиночного населения составляют эвритопные *Coenagrion puella* L., *Libellula depressa* L. и *Sympetrum meridionale* Selys, широко встречающиеся во всех высотных зонах. Это говорит о широкой экологической и биологической пластичности этих видов, о наличии у них адаптационных механизмов к обитанию в горных условиях и о способности мириться с антропогенно преобразованными условиями. Распределения личинок стрекоз определяется ограничениями водного образа жизни и, в первую очередь, зависит от температурного режима [9]. Только для равнины характерны личинки *Erythromma najas*, *Lestes sponsa*, *Crocothemis erythraea*, *Calopteryx splendens*, *Gomphus vulgatissimus*. Личинки первых трех видов обитают в прогреваемых биотопах с водной растительностью. Последние два вида – типичные реофилы, тесно связанные с проточными водоемами. В предгорной зоне отмечены личинки *Coenagrion puella*, *C. pulchellum*, *Platycnemis pennipes*, *Lestes dryas*, *Anax imperator*, *Orthetrum cancellatum*, *O. albistylum*, *Libellula depressa*, *Sympetrum meridionale*. Показательный вид – обитающий в мелководных биотопах *Lestes dryas* Kirby. В горной зоне обитают личинки *Coenagrion puella*, *Libellula depressa*, *Sympetrum meridionale*, *Aescha cyanea*. Показательным видом является *Ae. cyanea*, личинки которой обитают в холодноводных родниковых биотопах. В целом на структуру биотопического распределения стрекоз оказывает влияние, с одной стороны, межвидовая конкуренция, с другой – комплекс абиотических факторов, свойственных разным высотным диапазонам. Равнинные и предгорные водоемы по характеру кормовой базы и температурному режиму более предпочтительны для личинок стрекоз [8].

Таким образом, экологическое распределение макромитозов, листостебельных мхов, личинок стрекоз по наземным и водным экосистемам носит неоднородный характер, который определяется эколого-биологическими особенностями видов и комплексом факторов

среды мест обитания. Особенности распределения модельных групп и их видов позволяет использовать их экологического мониторинга наземных и водных экосистем.

### Список литературы

1. Крапивина Е. А., Шхагапсоев С. Х. Районирование и поясность макромицетов западной части Центрального Кавказа // Регионы в условиях неустойчивого развития. Кострома: КГУ, 2010. Т. 2. С. 150–154.
2. Крапивина Е. А., Козьминов С. Г. Использование модельных групп живых организмов в экологическом мониторинге экосистем западной части Центрального Кавказа // Развитие регионов в XXI веке : материалы I Международной научной конференции : в 2-х ч. / под общ. ред. докт. физ.-мат. наук, профессора В. Г. Созанова ; Сев.-Осет. гос. ун-т им. К. Л. Хетагурова. Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2013. Ч. I. 512 с.
3. Крапивина Е. А., Шхагапсоев С. Х. Мониторинг приуроченности биоты макромицетов к основным лесобразующим породам Западной части Центрального Кавказа // XII Съезд РБО. Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века. Петрозаводск, 2008. Т. 2. С. 126–128.
4. Шхагапсоев С. Х., Харзинов З. Х. Флора мхов лесных экосистем Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ) // Ботанические исследования в азиатской России : материалы XI съезда Русск. Ботанического о-ва : в 3-х т., Новосибирск-Барнаул, 18–22 августа 2003 г. Барнаул. Т. 1. С. 224–225.
5. Харзинов З. Х. Листостебельные мхи Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ) : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ставрополь, 2004. 20 с.
6. Кетенчиев Х. А., Козьминов С. Г. К экологии и биологии личинок стрекоз предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий. Краснодар, 1998. С. 151–152.
7. Козьминов С. Г. Личинки стрекоз Кабардино-Балкарии : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1999. 19 с.
8. Козьминов С. Г., Кетенчиев Х. А. Личинки стрекоз как биоиндикаторы водных экосистем // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий. Краснодар, 1999. С. 115–116.
9. Козьминов С. Г., Кетенчиев Х. А., Залиханов К. Х. Особенности высотного распределения стрекоз и их личинок // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий. Краснодар, 2005. С. 105.

E. A. Krapivina, Z. H. Harzinov, S. G. Kozminov

Kabardino-Balkar State University, Nalchik  
e-mail: e.a.krapivina@mail.ru, harzonov@rambler.ru,  
s\_g\_k@mail.ru

### SOME FEATURES OF THE MODEL GROUPS OF ORGANISMS ECOLOGICAL DISTRIBUTION AT THE CENTRAL CAUCASUS

**Summary.** Many research groups and individual taxa of Central Caucasus is considerable interesting. The Central Caucasus represented a distinctive flora and fauna, with unique endemic and relict species. The region is as significant faunal interest, and in terms of knowledge of ontogeny, phylogeny, systematic, ecology, biology, and the solution of

practical problems in the study of the unique gene pool and biological monitoring of ecosystems. In this area there are representatives of different taxa origin, with its ecological and biological features, community composition and structure of populations.

## РЕДКИЕ ВИДЫ МАКРОМИЦЕТОВ ДЛЯ РОССИИ, ПРОИЗРАСТАЮЩИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

Работа по выявлению видового состава макромицетов и его мониторинг проводятся с 2000–2013 гг. [1–3]. Актуальным является проведение микологического мониторинга как обязательного компонента при разработке мер и систем охраны грибов, который направлен на оценку и прогноз состояния грибного компонента в природных экосистемах. Он включает оценку и прогноз общего видового разнообразия грибных сообществ.

Западная часть Центрального Кавказа является в микологическом отношении одним из интереснейших регионов России. Приводим конспект редкими видов для микобиоты России произрастающих на исследуемой территории. Районы исследования приводятся по классификации, предложенной Шхагапсоевым и Стариковой [4].

Э – Эльбрусский подрайон – начинается с хребта Авасырт на востоке и до хребта Инал на юго-востоке по г. Томурбыши до Кестанты и на юг до Главного Кавказского хребта. В этом районе крупные массивы соснового и березовых лесов, в поймах ольха.

ЮД – подрайон Юрской депрессии – прерывисто от Джинальского хребта на востоке до Хазни-Баши на западе. Преобладает нагорно-ксерофитная и петрофитная растительность.

Л–Л – Лескено-Лашкутинский – зона мезофитных широколиственных лесов, начиная от Жанхотеко до реки Нижний Шекер на востоке. Присутствуют крупные буковые леса.

Ч–Ч–С – Чегемо-Черемо-Суканский – начинается от Кестанды на восток через хребет Карашинлитау по северному склону Скалистого хребта до Куинги, на восток и на юг до Главного Кавказского хребта. В пойме р. Хазнидон – березняк-кисличник, в основном грабово-буковый лес, выше 2000 м н. ур. м. буковый лес с рододендромом желтым, урочище Шутулу леса из ели обычной и пихты Нордмана.

Т–П – Терско-Прохладненский – равнинная часть с фрагментами лесной растительности по северным склонам отрогов Сунженского хребта с дубом обыкновенным, карагачем, грабом кавказским, на отрогах Терского хребта группировки кустарниковых зарослей, пойменные дубравы.

КЛАСС BASIDIOMYCETES

ПОРЯДОК AGARICALES

Семейство Agaricaceae

1. *Agaricus spissicaulis* Moeller ЮД, Л–Л, Ч–Ч–С; грабово-буковые леса, на среднегорных, послелесных лугах; V–X; Ну; Р. Съед.

Семейство Tricholomataceae

2. *Armillaria tabescens* (Scop.) Emel Л–Л, Ч–Ч–С; грабово-буковый широколиственный лес (бук, граб, дуб, ольха) сложного состава, букняк мертвопокровный, дубняки грабово-лещиновые; IX–X; Lei, Lep; Lh; Ч. Съед.

3. *Leucopaxillus candidus* (Bres) Sing. Ущелье Черек-Балкарский, с. Верхняя Балкария; группами на известковой почве, в горах на лугах; VI–IX; Fd; Р.

4. *Tricholoma colossus* (Fr.) Quel. Э, ЮД, Л–Л, Ч–Ч–С; в широколиственных буково-грабовых, грабово-лещиновых лесах; VI–IX; Mr (С, Gr); СП.

Семейство *Mycenaceae*

5. *Mycena crocata* (Schrad.: Fr.) Kumm. Л–Л, Ч–Ч–С; в широколиственных грабово-буковых лесах, дубово-грабово-лещиновых сообществах, кривоствольных березняках, одиночно и небольшими группами, V–X; St, Lep (Бк), Lh;

6. *M. rosella* (Fr.) P. Kumm. Л–Л, Ч–Ч–С; в широколиственных грабово-буковых и дубово-грабово-лещиновых сообществах, мелколиственных смешанных лесах, а также сосняках, группами на опавшей хвое, ветвях. VII–VIII; St, Lep;

7. *M. vulgaris* (Pers.) P. Kumm. Э, ЮД, в мелколиственных смешанных лесах ущелья Шхельда, большими группами на почве. IX; St, Fd;

## ПОРЯДОК BOLETALES

Семейство Boletaceae

8. *Boletus aemelii* Barbier (= *B. spretus*, = *B. speciosus*) Э, ЮД, Л-Л, Ч-Ч-С, Т-П; грабово-буковый лес; VII-IX; Mr (Бк); СП.

9. *B. fragrans* Vittadini Л-Л; в широколиственных лесах; VII-IX; Mr (Дб), СП.

## ПОРЯДОК CANTHARELLALES

Семейство Hydneaceae

10. *Climacodon septentionatis* Fr. Э, ЮД, Л-Л, Ч-Ч-С; грабово-буковый лес, в дубняках разнотравных, на гниющей древесине, на пнях, валеже. IX; Lei, Lep, Lh; Ч.

## ПОРЯДОК CORTINARIALES

Семейство Cortinariaceae

11. *Cortinarius bulliardii* (Pers.:Fr.) Fr. Э, Л-Л, Ч-Ч-С; в широколиственных лесах на карбонатных почвах. VI-X; Mr; СП.

12. *C. rufolivaceus* (Pers.:Fr.) Fr. Ч-Ч-С; в широколиственных грабово-буковых и смешанных лесах; VII-IX; Mr; СП.

## ПОРЯДОК HERICIALES

Семейство Hericiaceae

13. *Hericum erinaceum* (Fr.) Pers Л-Л; грабово-буковый лес, на валежном стволе; VII-XI; Le, Lep, Lei; СП.

## ПОРЯДОК LYCOPERDALES

Семейство Geastraceae

14. *Myriostoma portractum* (Fr.) Kanouse Л-Л; в грабово-буковых лесах, дубняках грабово-лещиновых, повсеместно, на почве. XII; Hu, St; СП.

Семейство Lycoperdaceae

15. *Lycoperdon echinatum* Pers.: Pers. Л-Л, Ч-Ч-С; в широколиственных лесах предгорной зоны, на корнях, валежной древесине, на почве, реже на гниющей древесине. IV-X; Hu, Lei, Lep; Ч.

## ПОРЯДОК Poriales

Семейство Bjerkanderaceae

16. *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray Л-Л, Ч-Ч-С, Т-П; в широколиственных лесах предгорной и высокогорной зоны, на корнях, валежной древесине, паразитирует на корнях: дуба, граба, бука. I-XII; Lei, Lep; СП.

17. *Grifola gigantea* (Fr.) Pil. ЮД, Л-Л, Ч-Ч-С, Т-П; в широколиственных грабово-буковых лесах, дубняках грабово-лещиновых, в лесах предгорной зоны, на корнях, валежной древесине на старых пнях лиственных пород, иногда на стволах ослабленных деревьев. I-XII; Lei, Lep; СП.

18. *Lenzites warnieri* Durieu: Mont. Э, ЮД, Л-Л, Ч-Ч-С; в широколиственных грабово-буковых, мелколиственных лесах (осинниках, грабниках) повсеместно, на ослабленной и живой древесине *Fagus*, *Populus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*; IV-XI; Lei, Lep; СП.

## ПОРЯДОК GANODERMATALES

Семейство Ganodermataceae

19. *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. Э, ЮД, Л-Л, Ч-Ч-С; с июля до поздней осени в смешанных и широколиственных лесах, на мертвой древесине хвойных и лиственных пород, у корней ослабленных деревьев на погруженной древесине, одиночно и группами, на ослабленной и живой древесине *Fagus*, *Populus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*; IV-XI; Lei, Lep; СП.

## ПОРЯДОК Russulales

Семейство Russulaceae

20. *Lactarius mairei* Mal. (= *R. nobilis* Velenovsky = *R. pallida*) Л-Л, Ч-Ч-С; грабово-буковый лес, VII-IX; Mr, СП.

21. *Russula cicatricata* Romanguesi: Bon Л-Л, Ч-Ч-С; в буковых, грабово-буковых сообществах; VII-IX; Fd, St, Mr; неморальный евразийско-американский; СП.

22. *R. monspeliensis* Sarnari Э, ЮД, Л-Л, Ч-Ч-С, Т-П; в буковых и мелколиственных лесах; VII-IX; Fd; СП.

23. *R. raultii* Quelet - Л-Л, Ч-Ч-С; в буковых и мелколиственных лесах; VII-IX; Fd; СП.

## ПОРЯДОК SCHIZOPHYLLALES

Семейство Sclerodermataceae

24. *Scleroderma geaster* Fr.: Э, Л-Л, Ч-Ч-С; в широколиственных (букняк мертво-покровный, буково-грабовый) лесах, сосняках кустарниковых повсеместно, на валежных стволах и сухостое; I-XII; Lh, Lep, Ч.

## Список литературы

1. Крапивина Е. А., Шхагансов С. Х. Приуроченность биоты макромицетов к основным лесным формациям западной части Центрального Кавказа // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 26, № 1. С. 94-97.
2. Крапивина Е. А., Шхагансов С. Х. Районирование и поясность макромицетов западной части Цен-

трального Кавказа : материалы международн. научн. конф. «Регионы в условиях неустойчивого развития (Шарья-Кострома, 28–30 апреля 2010 г.) : в 2-х т. Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2010. Т. 2. С. 150–154.

3. Крaпивина Е. А., Николаев И. А. Семейство *Tricholomataceae* в микобиоте западной части Центрального Кавказа // Труды Института микробиол. НАН Азербайджана, 2013. Т. 11, № 1. С. 358–364.

4. Шхагапсов С. Х., Старикова Н. В. Анализ естественной дендрофлоры Кабардино-Балкарии. Нальчик, 2002. 112 с.

Е. А. Krapivina, S. H. Shhagapsoev

Kabardino-Balkar State University, Nalchik

e-mail: e.a.krapivina@mail.ru, shhagapsoev@mail.ru

## RARE MACROMYCETES SPECIES FOR RUSSIA GROW AT THE WESTERN PART OF CENTRAL CAUCASUS

**Summary.** Mycological monitoring of different ecosystem at the northern slope of the Central Caucasus have been made. This regions is one of

the most interesting in Russia for mycologists. The list of rare species for Russia are given.

В. Ю. Крюков, М. В. Тюрин, Н. А. Крюкова,  
О. Н. Ярославцева, В. В. Глупов

Институт систематики и экологии животных СО РАН

г. Новосибирск, Россия

e-mail: krukoff@mail.ru

## ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПЕРЕНОС ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ЭКТОПАРАЗИТОИДОМ *HABROBRACON HEBETOR*\*

Горизонтальный перенос патогенов паразитоидами давно показан для вирусов, но не установлен для энтомопаразитических грибов [1]. Ранее нами было показано, что после парализации гусениц *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Piriidae) – эктопаразитом *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) их чувствительность к энтомопатогенным аскомицетам (Ascomycota, Нурocreales) увеличивается в тысячи раз [2]. Поэтому мы предположили, что самки габробракона могут осуществлять горизонтальную трансмиссию грибов, перенося на себе незначительные дозы грибного инокуляма. При этом данные низкие дозы могут оказаться достаточным для успешного развития микозов у чешуекрылых-хозяев.

При тестировании данной гипотезы было установлено, что контаминация яйцекладов самок бракона даже весьма низкими дозами гриба *Beauveria bassiana* ( $10^4$ – $10^5$  конидий/мл) с последующей атакой и парализацией личинок

огневки приводит к успешному развитию микоза у гусениц. Далее было показано, что паразитоиды могут переносить грибную инфекцию от зараженных (6 часов после инокуляции, стадия адгезии) к здоровым гусеницам. Так, после атаки самками бракона гусениц инфицированных титром  $10^5$ ,  $10^6$  или  $10^8$  конидий/мл и последующей пересадкой к нативным гусеницам количество случаев успешного переноса грибной инфекции составило от 78 до 100 % в зависимости от титра. А количество заражаемых одной самкой бракона гусениц после контакта с инфицированной личинкой составило от  $1,3 \pm 0,4$  до  $4,4 \pm 0,8$  гусениц и также зависело от титра, которым обрабатывали личинок – первичных источников заражения. В тестах с использованием лабиринта самки бракона не различали зараженных грибом (стадия адгезии) и нативных гусениц.

В гемолимфе гусениц, парализованных ядом бракона, зарегистрировано ингибирован-

© Крюков В. Ю., Тюрин М. В., Крюкова Н. А., Ярославцева О. Н., Глупов В. В., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 15–04–02322\_a) и Президента РФ (МК–6278.2015.4.)

ние реакций, связанных с фенолоксидазным каскадом и клеточным иммунитетом [3]. Кроме того, отмечена значительно более высокая скорость активации конидий на кутикуле парализованных гусениц по сравнению с контрольными. Установлена более быстрая активация конидий на неполярных экстрактах кутикулы пораженных браконом гусениц по сравнению с аналогичными экстрактами кутикулы контрольных личинок огневки.

Таким образом, эктопаразитоид *H. hebetor* способен осуществлять горизонтальную трансмиссию энтомопатогенных грибов в ко-

лониях чешуекрылых. Резкое ингибирование иммунных реакций ядом паразитоида, по видимому, позволяет минимизировать количество переносимого инокулюма и приводит к успешному развитию грибных заболеваний у хозяев. Мы предполагаем, что паразитоиды могут вносить вклад в распространение энтомопатогенных грибов в популяциях чешуекрылых, в частности они могут перемещать грибковый инокулюм в труднодоступные участки, например убежища, создаваемые насекомыми, а также осуществлять эффективный перенос патогенов при низкой плотности хозяев.

### Список литературы

1. Baverstock J., Roy H. E., Pell J. K. Entomopathogenic fungi and insect behaviour: from unsuspecting hosts to targeted vectors // *BioControl*. 2010. V. 55. P. 89–102.
2. Крюков В. Ю., Крюкова Н. А., Глунов В. В. Изменение восприимчивости гусениц *Galleria mellonella* к анаморфным энтомопатогенным аскомицетам при парализации эктопаразитоидом *Habrobracon hebetor* // *Экология*. 2013. № 1. С. 73–76.
3. Kryukova N. A., Dubovskiy I. M., Chertkova E. A., Vorontsova Ya. L., Slepneva I. A., Glupov V. V. The effect of *Habrobracon hebetor* venom on the activity of the prophenoloxidase system, the generation of reactive oxygen species and encapsulation in the haemolymph of *Galleria mellonella* larvae // *J. Insect Physiol.* 2011. V. 57. № 6. P. 796–800.

V. Yu. Kryukov, N. A. Kryukova,  
O. N. Yaroslavtseva, V. V. Glupov

*Institute of systematic and ecology of animals SB RAS,  
Novosibirsk  
e-mail: krukoff@mail.ru*

### HORIZONTAL TRANSMISSION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI BY ECTOPARASITOID *HABROBRACON HEBETOR*

**Summary.** Experiments were carried out on the laboratory system *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Piriidae) – *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) – *Beauveria bassiana* (Hypocreales, Cordycipitaceae). We found that contamination of *H. hebetor* ovipositor with low titers of conidia *B. bassiana* and following envenomation of *G. mellonella* larvae led to mycoses followed by host colonization and conidia formation. In addition *H. hebetor* females transmitted fungal conidia from infected (6 hours post inoculation with conidia) to native *G. mellonella* larvae, and this transmission led to successful mycosis of native host larvae. The decreasing of cellular and humoral immune reac-

tions, significant increasing of adhesion and germination of fungus on cuticle of envenomated larvae were registered. As result susceptibility of envenomated *G. mellonella* larvae to fungal infection was increased in thousands times compared with native control. Thus the paralyzation and strong inhibition of immune reactions of larvae by venom of *H. hebetor* allow minimize quantity of transmitting with parasitoid fungal inoculum. We assumed that «paralyzing» parasitoids can take part in transmission of entomopathogenic fungi particularly in out-of-the-way places (shelters) as well as disperse of fungal infection under low density of hosts.



## ЭКОЛОГИЯ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

Сведения о видовом составе, особенностях субстратной приуроченности и экологии афиллофороидных грибов в лесах северной части Волго-Ахтубинской поймы (далее ВАП) до настоящего времени практически отсутствовали. Северная граница поймы находится на территории Волгоградской области, и начинается за плотиной Волжской гидроэлектростанции. Южной границей северной части ВАП является линия Черный Яр – Ахтубинск [1–3].

Исследования проводились с использованием маршрутных и стационарных методов в период с 2011 по 2014 гг. В результате проведенных исследований на территории ВАП было выявлено 72 вида, относящихся к 53 родам, 23 семействам, 11 порядкам.

Наибольшим видовым разнообразием характеризуются следующие семейства: *Polyporaceae* – 12 видов, *Meruliaceae* – 9 видов, *Fomitopsidaceae* – 8 видов, *Hymenochaetaceae* – 8 видов, *Phanerochaetaceae* – 6 видов. К крупным родам относятся *Trametes* – 5 видов, *Peniophora* – 5 видов, *Ganoderma* – 3 вида, *Huiphodontia* – 3 вида, остальные рода представлены двумя и одним видами.

Анализ субстратной приуроченности показал преобладание сапротрофов на сухостое, пнях, валежных ветвях (60 видов, или 83 %), лишь 12 обнаружены на живых деревьях (*Cellulariella warnieri*, *Fistulina hepatica*, *Fomitiporia robusta*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma australe*,

*Ganoderma orbiforme*, *Laetiporus sulphureus*, *Oxyporus corticola*, *Phellinus pomaceus*, *Radulomyces molaris*, *Sarcodontia spumea*, *Trametes ochracea*). Наибольшее число видов ассоциировано с основными лесообразующими породами местной флоры – *Populus nigra* (26 видов) и *Quercus robur* (23 вида). На «убежавших» из культуры и распространившихся в ВАП древесных интродуктах также были обнаружены афиллофороидные грибы (29 видов), широко распространенные в аборигенных лесных насаждениях. Так на *Fraxinus lanceolata* было выявлено 27 видов – *Antrodia xantha*, *Auricularia mesenterica*, *Bjerkandera adusta*, *Byssomerulius corium*, *Cellulariella warnieri*, *Ceriporia purpurea*, *Coniophora arida*, *Daedaleopsis cf. septentrionalis*, *Fomes fomentarius*, *Gelatoporia dichroa*, *Hydnochaete tabacina*, *Irpex lacteus*, *Oxyporus corticola*, *Peniophora incarnata*, *Peniophora limitata*, *Peniophora nuda*, *Peniophora quercina*, *Phellinus pomaceus*, *Phlebia rufa*, *Porostereum spadiceum*, *Postia stiptica*, *Rigidoporus sanguinolentus*, *Schizophyllum amplum*, *Schizophyllum commune*, *Stereum hirsutum*, *Trametes ljubarskyi*, *Tremella mesenterica*; на *Robinia pseudoacacia* – *Fuscoporia contigua* и *Porostereum spadiceum*.

Интересно, что *Daedaleopsis cf. septentrionalis*, имеющий более северное распространение, является нехарактерным для естественных лесных экосистем ВАП: он совершенно отсутствует на аборигенных древесных видах.

### Список литературы

1. Брылев В. А. Особо охраняемые природные территории Волгоградской области. Волгоград: Альянс, 2006. 256 с.
2. Плюснин И. И. Почвы Волго-Ахтубинской поймы: к познанию аллювия и аллювиальных почв. Сталинград: Областное книгоиздательство, 1938. 275 с.
3. Сагалаев В. А. Конспект флоры северной части Волго-Ахтубинской поймы // Волго-Ахтубинская пойма – природный дар человечеству: иллюстрированный научно-популярный очерк по охране природы. Волгоград: Издатель, 2006. С. 443–464.

## APHYLLOPHOROID FUNGI ECOLOGY OF THE NORTHERN PART OF THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN

**Summary.** This article presents the inventory data on the aphyllorphoid fungi biodiversity of the nature Park «Volga-Akhtuba floodplain» asso-

ciated with the main forest-forming species (*Quercus robur*, *Populus nigra*) and exotic tree species.

А. В. Кураков

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: kurakov57@mail.ru

## РОЛЬ ГРИБОВ В ЦИКЛЕ АЗОТА В ЭКОСИСТЕМАХ ВТОРИЧНОЙ СУКЦЕССИИ\*

Грибы способны осуществлять ключевые процессы круговорота азота (N) в биосфере (иммобилизацию и формирование пула стабильных N-содержащих органических соединений в почвах, деполимеризацию N-соединений, аммонификацию, нитрификацию, восстановление окисленных форм азота при гипоксии и аноксии до закиси азота и аммония, а в условиях коденификации – и до молекулярного азота), обеспечивать снабжение бактерий – азотфиксаторов легкодоступными углеводами за счет гидролиза полимерных соединений. В регуляции процессов азотного цикла в экосистемах важное значение играют взаимодействия грибов (сапротрофных, микоризных, патогенных, хищных) с другими организмами, не только с бактериями, ключевыми игроками азотного цикла, но и с водорослями, растениями и животными.

Рассмотрено изменение роли грибов в цикле азота в дерново-подзолистой почве (южная тайга) в ходе вторичной сукцессии после прекращения использования картофельного поля и затем косьбы разнотравного луга.

Площадки для отбора образцов располагались на: 1) картофельном поле, удобряемом навозом (ежегодно осенью – 10–15 т/га); 2) косимом разнотравном лугу, который используется в этом качестве десятки лет (раннее была паш-

ня); 3) молодом лесу (береза, ольха, ива, ель), формирующийся с 1990-х гг. (более 20 лет) по длительно косимому лугу; 4) смешанном лесу (береза, ольха, ель, клен), возраст которого 60–70 лет (ранее на этом месте было поле и луг); 5) зрелом ельнике-кисличнике (100–120 лет). Биоценозы расположены в непосредственной близости друг от друга, максимальное расстояние между ними – не более 5 км (Центрально-Лесной государственный биосферный заповедник, Тверская область).

Видовое богатство травяного яруса имеет максимальное значение на косимом лугу. Молодой лес и старовозрастный ельник имеют сходные значения видового богатства (34 и 36 видов соответственно), но видовой состав их сильно различается, преобладают разные эколого-ценотические группы. При этом наибольшее число видов в древостое отмечено в средневозрастном смешанном лесу – 6 видов. Наиболее богат подлесок в ельнике неморально-кисличном – 6 видов. В лесных ценозах больше мохообразных (8–10 видов), чем в луговых (1–2 вида).

Число видов сапротрофных микромицетов, выявленных в образцах почв площадок биоценозов вторичной сукцессии и на живых растениях не менее 53, из них 22 вида выявлено на поверхности живых растений, 43 – на раз-

лагающихся растительных остатках и в подстилках, 42 – в верхних гумусовых горизонтах (Апах, Адер и А1). Видовое богатство и разнообразие микроскопических грибов в почвах увеличиваются от поля к косимому лугу и молодому лесу, достигают наибольших значений в предклимаксовой стадии в смешанном лесу и затем снижаются в зрелом ельнике, что сходно с изменением видового богатства растений. С учетом предварительных данных по числу выявленных на этих площадках видов агарикоидных (28 видов) и афиллофороидных грибов (17 видов), эта закономерность сохранилась – максимальное разнообразие грибов было в 70-летнем смешанном лесу, затем следовал ельник-кисличник и молодой лес, затем – косимый луг и картофельное поле. Более высокое разнообразие грибов разных эколого-трофических групп на поздних стадиях сукцессии обуславливает их большие возможности для участия в азотном цикле.

В верхних горизонтах почв изучаемой сукцессии фитоценозов растет содержание органического углерода, в меньшей мере – органического азота, возрастает гидролитическая кислотность, снижаются значения рН, суммы обменных оснований.

В почве биоценозов сукцессии значительно возрастает биомасса грибов. В верхних гумусовых горизонтах (А1) почв под естественной растительностью биомасса мицелия в 2,5–3,5 раза выше, чем в пахотном горизонте почвы. С учетом более высокого содержания мицелия в дерновых горизонтах луговых биоценозов и подстилках лесных биоценозов, особенно в ельнике-кисличнике, рост биомассы грибов при переходе от почвы поля к почвам из-под луга составил не менее, чем в 5–6 раз, а к почвам лесных биоценозов – в 10–16 раз. Биомасса бактерий в почвах, по-видимому, из-за роста их кислотности, существенно в ходе сукцессии биоценозов не менялась.

Грибная биомасса представляет важнейший источник устойчивых к деградации гетероциклических азотсодержащих веществ (комплексов меланопротеинов с хитином). Грибные меланины являются одними из наиболее близких по структуре и составу соединений к гуминовым кислотам почв. Установлено увеличение содержания мицелия темноокрашенных, мела-

нинсодержащих грибов в почвах при вторичной сукцессии, что обуславливает повышенное поступление устойчивых азотсодержащих органических соединений. Количество азота, закрепленное в грибных меланинах в почвах, составляет 0,002–0,2 % от общего азота, причем в дерново-подзолистых почвах под ненарушенными лесными экосистемами – 0,04–0,2 %, в почвах под луговой растительностью в 1,5 раза ниже и на порядок меньше в полевой почве [1].

Грибы образуют активные оксидазы (пероксидазы, лакказы) и гидролазы и разлагают лигноцеллюлозы до различных стабильных фенолпропановых, ароматических соединений, которые служат блоками новых устойчивых N-содержащих комплексов (гуминовых кислот, белок-лигнинных структур). Это обеспечивают базидиальные афиллофороидные и агарикоидные грибы, отсутствующие на начальных стадиях сукцессии, но становящиеся ключевым блоком микобиоты в лесных биоценозах. Далее, при разрушении трутовыми грибами валежа содержание азота в его древесине постепенно растет и приближается к величинам, близким к таковым в плодовых телах, что ведет к обогащению и удержанию азота в почве [1]. Это обусловлено транслокацией азота по мицелиальной сети из почвы и способностью к хищничеству ряда грибов-ксилотрофов, активизацией азотфиксации.

Основной прирост запасов микробной биомассы, преимущественно грибной, и иммобилизованного в ней азота происходит в течение первых 50 лет сукцессии, когда на месте заброшенного косимого луга формируется смешанный лес (предклимаксовая стадия).

Скорость аммонификации при добавлении аргинина или пептона была в 2–3 раза ниже в почве из-под леса (гор. А1), чем в почве агроценозов (Апах.). На основе ингибиторного подхода установлено, что в почве лесного биоценоза (ельника) в аммонификации доминируют грибы, их вклад достигает 70–80 %. В почвах под пашней и косимого луга участие грибов и бактерий в этом процессе близкое – по 40–50 % [1].

Скорость образования нитратов падает при переходе от почв из-под поля и косимого луга к лесным ценозам. Она минимальна в почве под климаксовым ельником, что связано с более низкой (на 2–4 порядка) нитрифициру-

Таблица 1

Запасы азота, иммобилизованного в грибах и бактериях в дерново-подзолистых почвах биоценозов вторичной сукцессии в южной тайги

Биомасса грибов и бактерий в почвах и содержание N	Биоценоз				
	поле	луг	молодой лес	смешанный лес	ельник
Длина мицелия в А <sub>0</sub> или А <sub>д</sub> , м/г в.-с. почвы (ЛМ <sup>**</sup> )		900*	1060	2400	2800
Длина мицелия в А <sub>пах</sub> и А <sub>1</sub> , м/г в.-с. почвы, (ЛМ)	150	390	410	510	490
Численность клеток бактерий, $\times 10^6/\text{г}$	240	260	265	202	204
Длина мицелия в А <sub>пах</sub> и А <sub>1</sub> (МФ)	170	250	320	390	1060
Доля мицелия темноокрашенных грибов от общего мицелия, % (МФ)	20	35	55	70	55
N в грибах, мкг N /г почвы (гор.А <sub>д</sub> или А <sub>0</sub> и А <sub>пах</sub> /А <sub>1</sub> ) (ЛМ)	20	185	210	412	470
N в грибах, мкг N/г почвы (А <sub>пах</sub> /А <sub>1</sub> ) (МФ)	24	35	45	55	150
N в бактериях, мкг N/г почвы (А <sub>пах</sub> /А <sub>1</sub> ) (ЛМ)	2,6	3	3	2	2
N в микробной биомассе, мкг N /г почвы мкг N/г почвы (А <sub>д</sub> и А <sub>0</sub> ) (ФЭ)		–	–	260–280	340–350
N в микробной биомассе, мкг N/г почвы (А <sub>пах</sub> и А <sub>1</sub> ) (ФЭ)	30–40	70–80	–	100	110

Примечание: \* – коэффициент вариации данных – 20–40 %; \*\* – данные получены на основе методов: люминесцентной микроскопии с калькофлюором белым для грибов и флюоресцеин диацетатом для бактерий (ЛМ), световой микроскопии (метода мембранных фильтров – МФ) и фумигации-экстракции (ФЭ).

ющей активностью грибов, чем у автотрофных нитрифицирующих бактерий, и не компенсировалась большим пулом грибной биомассы. Активность эмиссии ( $\text{N}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ) из почв также снижается в этом сукцессионном ряду. Вместе с тем уровень продукции закиси азота из кислых почв из-под ельника может не падать, что обусловлено не только активностью грибов, но подавлением бактерий-денитрификаторов, восстанавливающих  $\text{N}_2\text{O}$  до  $\text{N}_2$  ( $\text{N}_2\text{O}$ -редуктаза ингибируется при  $\text{pH} < 6,0$ ).

Одним из механизмов лучшего удержания азота в природных экосистемах является микотрофность растений. Посредством микоризных грибов у растений не только возрастает возможность успешно конкурировать с почвенными микроорганизмами за минеральные формы азота, но и использовать азот органических соединений почвы. Возможность азотного питания растений за счет органического азота с помощью микоризы представляет принципиальный механизм их адаптации к условиям почв бореальных и альпийских зон с высоким содержанием органического вещества и низкой активностью минерализации.

Такой способ получения азота устраняет или снижает довольно напряженную конкуренцию их с микроорганизмами за минеральный азот и делает круговорот азота более закрытым.

О возрастании закрытости цикла азота в биогеоценозах в ходе вторичной сукцессии свидетельствует обнаруженное последовательное уменьшение содержания тяжелого изотопа  $^{15}\text{N}$  в гумусовых горизонтах почв. В почве косимого луга  $\delta^{15}\text{N}$  составляет  $6,0 \pm 0,3 \text{ ‰}$ , почве из-под заросшего молодого леса –  $3,5 \pm 0,4 \text{ ‰}$ , смешанного 70-летнего леса –  $3,9 \pm 0,6 \text{ ‰}$  и ельника-кисличника (110-летнего) –  $1,6 \pm 0,5 \text{ ‰}$ . Системы с открытым азотным циклом характеризуются активной трансформацией соединений азота. Это почвы агроэкосистем или недавно вышедшие из сельскохозяйственного использования, имеющие большие потери азотсодержащих газов и нитратов, которые обеднены  $^{15}\text{N}$ , и это обуславливает более высокое содержание в них тяжелого изотопа азота. Почвы климаксных и предклимаксных стадий сукцессии, характеризуются более низкой активностью денитрификации и нитрификации, соответственно, содержали меньше  $^{15}\text{N}$ , что

указывает на большую закрытость цикла азота, большую эффективность его оборота.

Грибы выработали разнообразные механизмы адаптации для ассимиляции и сохранения азота при развитии в почве и других компонентах экосистем. Большинство из них усваивают разнообразные азотсодержащие соединения, растут в широком диапазоне концентраций азота и содержание азота в их мицелии может существенно варьировать в зависимости от его наличия в окружающей среде. Многие из них синтезируют ферменты, необходимые для гидролиза растительных субстратов и резистентных к разложению азотсодержащих соединений (гуминовых кислот, танин-белковых комплексов). Грибы, благодаря гифальному строению, а у некоторых групп мицелиальным тяжам и ризоморфам, имеют возможность вести широкий поиск азота в почвах и других эконишах и перераспределять его в зоны роста и репродуктивные органы или другие области, где доступного азота недостаточно. Транслокация грибами азотных соединений в наземных экосистемах способствует повышению эффективности его использования и предотвращению потерь из системы. Для некоторых грибов показана способность к реутилизации азота посредством автолиза части старых гиф и использования собственных азотсодержащих соединений для синтеза новых клеточных структур. В природных местообитаниях широко распространено развитие грибов в ассоциациях с азотфиксирующими микроорганизмами и хищничество, благодаря чему они могут получать дополнительные источники азота. Грибы обладают уникальными возможностями эффективно использовать аммиак из атмосферы.

При высоком содержании азота они способны, хотя в значительно меньших масштабах, чем углерод, запасать азот в форме мочевины и нерастворимых белковых включений.

Итак, роль грибов в цикле азота возрастает в биогеоценозах вторичной сукцессии, что обуславливает его более высокий уровень запаса и удержания в системе. Роль бактерий выше в почвах агроэкосистем, что интенсифицирует круговорот азота, и растения получают возможность ассимилировать минеральный азот в короткий период вегетации. Более высокая удельная метаболическая активность бактерий, особенно в окислении и восстановлении азотных соединений, обуславливает высокий уровень потерь азота из этих почв в форме нитратов, закиси азота и молекулярного азота. Этот вывод находится в соответствии с общим принципом стратегии изменения сообществ, если бактерии и грибы рассматривать в контексте *r-K*-континуума, а агроценозы как хронически молодые нестабильные экосистемы в сравнении с климаксными экосистемами. Восстановление природных экосистем (снижение нарушенности почв, сжигания и безвозвратного удаления растительных остатков, контроль за поступлением соединений азота из-за загрязненности атмосферы, прекращение вырубок) ведет к повышению роли грибов в круговороте основных биофильных элементов в глобальном масштабе. Это, несомненно, уменьшает поток лабильных органических соединений азота и нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ) из почв в водоемы и подпочвенные грунты, а закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) в атмосферу, что позитивно для сдерживания потепления климата.

#### Список литературы

1. Кураков А. В. Роль грибов в глобальном круговороте азота // Микология сегодня : в 2-х т. / ред. Ю. Т. Дьяков, А. Ю. Сергеев. М.: Национальная академия микологии, 2011. Т. 2. С. 58–88.

## FUNGAL ROLE IN NITROGEN CYCLE IN THE ECOSYSTEMS OF SECONDARY SUCCESSION

**Summary.** The role of fungi in the nitrogen (N) cycle increases in the ecosystems of secondary succession in south taiga. Predominance of fungal biomass under bacterial and participation of fungi in ammonification, nitrification and denitrification elevated from soddy-podzolic soils of abandoned field and mowed meadow to mixed and climax spruce forest. It leads for higher N level storage and retention in the ecosystems and makes N cycle more closed in last stages of succession. The role of bacteria is higher in the soils of initial stage of succession, which intensifies the nitrogen

cycle, because higher specific metabolic activity of the bacteria, than fungal activity, especially in the oxidation and reduction of nitrogen compounds. It causes of high losses of nitrogen in the form of nitrate, nitrous oxide and molecular nitrogen from soils of the field and recently abandoned agricultural lands. This conclusion is in the accordance with general principle of the strategy of change of communities, if bacteria and fungi to consider in the context of the r-K continuum and succession from unstable young ecosystems to the climax ecosystems.

О. Л. Лазарева

Ярославский государственный педагогический  
университет им. К. Д. Ушинского  
г. Ярославль, Россия  
e-mail: ollazar71@mail.ru

## К ИЗУЧЕНИЮ БИОТЫ АГАРИКОИДНЫХ И ГАСТЕРОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЯРОСЛАВСКОГО ПЕДУНИВЕРСИТЕТА

Приоритетное значение в изучении разнообразия грибов имеют охраняемые территории, а также территории с возможным проявлением «островного эффекта», где охраняемые зоны вкраплены в антропогенно трансформированные ландшафты [4]. К таким территориям в полной мере можно отнести Ботанический сад Ярославского государственного педагогического педагогического университета им. К. Д. Ушинского (далее Ботанический сад), расположенный в центре крупного промышленного города.

Предметом изучения явилась биота агарикоидных и гастероидных базидиомицетов Ботанического сада. Полевые исследования проводились нами в 2007–2014 гг.

Сбор, описание, фиксацию и микроскопирование плодовых тел проводили по стан-

дартным методикам [1, 2]. Для определения грибов использовали определители М. Мозера [6], «Nordic Macromycetes» [7], П. Е. Сосина [3], привлекая монографии и статьи по отдельным семействам и родам.

Составлен аннотированный список видов грибов. Таксоны расположены в соответствии с системой, приведенной в 8-м издании Словаря грибов Айнсворта и Бисби [5]. В настоящей статье список видов приводится в алфавитном порядке.

Ниже приводится список агарикоидных и гастероидных базидиомицетов Ботанического сада:

1. *Agaricus arvensis* Schaeff. Hu. Повсеместно. Сезон: лето-осень. Съедобен.

2. *Agaricus bitorquis* (Quel.) Sacc. Hu. На участке к востоку от японского сада, вдоль каменной ограды. Сезон: весна-осень. Съедобен.
3. *Armillaria cepistipes* Velen. Le. На участке за старым плодовым садом, на валеже американского клена. Сезон: осень. Съедобен.
4. *Bolbitius vittellinus* (Pers.) Fr. Hu, St. Вдоль забора, с северной стороны сада. Сезон: лето-осень. Несъедобен.
5. *Clitocybe candicans* Pers. Fd. Повсеместно. Сезон: конец лета – осень. Ядовит.
6. *Conocybe tenera* Schaff. St. На участке за старым плодовым садом. Сезон: поздняя весна – осень. Несъедобен.
7. *Coprinus atramentarius* Bogart. Hu. За пришкольно-опытным участком. Сезон: весна-осень. Условно съедобен.
8. *Coprinus disseminatus* (Pers.) Gray. Hu, Le. Повсеместно. Сезон: весна-осень. Несъедобен.
9. *Coprinus micaceus* (Bull.) Fr. Hu. На участке к востоку от японского сада. Сезон: лето-осень. Несъедобен.
10. *Cyathus olla* (Batsch) Pers. Hu. Участок за старым плодовым садом. Сезон: лето-осень. Несъедобен.
11. *Entoloma* sp. Hu. На участке дендрария напротив оранжерей, под дубом. Несъедобен.
12. *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quel. Mr. В дендрарии, на участке европейской флоры, под березой повислой. Сезон: лето-осень. Несъедобен.
13. *Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer. Hu. В старом плодовом саду. Сезон: весна – ранняя зима. Съедобен.
14. *Lactarius pubescens* (Fr.) Fr. Mr. На участке к востоку от японского сада. Сезон: конец лета – осень. Съедобен.
15. *Lepiota cristata* (Bolton.) P. Kumm. St. На участке к востоку от японского сада, под елью и туей. Сезон: лето-осень. Ядовит.
16. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke. Hu. На участке к востоку от японского сада, на компостной яме среди недотроги. Сезон: осень – ранняя зима. Съедобен.
17. *Lycoperdon pyriforme* Pers. Le, Hu. На участке между забором и оранжереей субтропических растений. Сезон: лето-осень. Съедобен в молодом состоянии.
18. *Melanoleuca brevipes* (Bull.) Pat. Hu. На участке за старым плодовым садом. Сезон: лето – осень. Несъедобен.
19. *Mycena niveipes* (Murrill) Murrill. Fd. На участке за старым плодовым садом. Сезон: весна – осень. Несъедобен.
20. *Panellus serotinus* (Pers.) Kühner. Le. В дендрарии, на участке азиатской флоры, на пне серого ореха. Сезон: осень – ранняя зима. Несъедобен.
21. *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. Mr. В юго-западной части дендрария, между кленом, шиповником и калиной. Сезон: лето – зима. Ядовит.
22. *Pholiota squarrosa* (Vahe) P. Kumm. Le (P). В старом плодовом саду, у основания яблони в дупле, большой группой. Сезон: осень. Несъедобен.
23. *Pleurotus ostreatus* Cooke. Le. В посадках ясеня высокого вдоль забора с северной стороны сада. Сезон: весна – осень. Съедобен.
24. *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr. Le. На участке за старым плодовым садом, на пне вяза. Сезон: весна – осень. Условно съедобен.
25. *Psathyrella candolleana* (Fr.) Maire. Le. В плодовом саду «Моим учителям». Сезон: весна – лето. Несъедобен.
26. *Psathyrella velutipa* (Pers.) Singer. Hu. На участке за старым плодовым садом. Сезон: осень. Несъедобен.
27. *Strobilurus esculentus* (Wulfen.) Singer. Fd. За пришкольно-опытным участком. В посадках ели европейской, на шишках. Сезон: ранняя весна. Съедобен.
28. *Strobilurus stephanocystis* (Kühner & Romang. ex Hora) Singer. Fd. В посадках сосен за плодовым садом, на шишках. Сезон: ранняя весна. Съедобен.
29. *Stropharia cyanea* (Bull.) Tuomikoski. St. На участке к востоку от японского сада, под елью и туей. Сезон: лето – осень. Съедобен.
30. *Tubaria furfuracea* (Pers.) Gillet. Le. На участке за старым плодовым садом. Сезон: конец лета – начало зимы. Несъедобен.

На настоящий момент на территории Ботанического сада выявлено 30 видов агарикоидных и гастероидных базидиомицетов, относящихся к 13 семействам и 25 родам.

Ведущим по числу видов является семейство *Tricholomataceae* (8 видов – 27 % от общей

микобиоты). Затем следуют семейства *Coprinaceae* (5 видов – 17 %), *Strophariaceae* и *Agaricaceae* (по 3 вида по 10 %). Семейства *Bolbitiaceae*, *Polyporaceae* включают по 2 вида (7 %), *Entolomataceae*, *Cortinariaceae*, *Crepidotaceae*, *Paxillaceae*, *Russulaceae*, *Lycoperdaceae*, *Nidulariaceae* – по 1 виду (3 %).

Агарикоидные и гастероидные базидиомицеты Ботанического сада представлены 6 трофическими группами. В связи с разнообразием почвенных субстратов преобладают гумусовые сапротрофы (13 видов, 43 %). На участке смешанных посадок встречаются виды родов *Stropharia*, *Melanoleu sa*, *Entoloma*, а в часто посещаемых людьми местах встречаются виды рода *Coprinus*. Некоторые гумусовые сапротрофы могут входить одновременно в группу сапротрофов на древесине (*C. domesticus*, *C. disseminatus*). Санитарные рубки, уборка валежа и опавших ветвей, погребенной древесины, корчевание пней из года в год сокращают местообитания ксилосапротрофных грибов. Поэтому их видовое разнообразие немногочисленно – 9 видов (30 %). Еще меньше доля подстилочных сапротрофов – 4 вида (17 %). Образованию стабильного слоя подстилки препятствуют ежегодная уборка листвы и другого опада, а также частое кошение и вывоз травы. В связи с этим подстилочные сапротрофы либо быстро образуют базидиомы с ксероморфными чертами, либо переходят на более стабильный субстрат (древесный опад, валеж и т. п.).

Многие виды подстилочных сапротрофов входят одновременно в группу сапротрофов на опаде – 4 вида (17 %). Есть виды, узкоспециализированные на определенных фракциях опада: виды рода *Strobilurus* – на шишках.

Микоризообразователи представлены 3 видами (10 %). На территории сада встречается множество интродуцированных древесных пород, но микоризу образуют только абориген-

ные виды. По-видимому, это объясняется единичными посадками интродуцентов.

Паразитические свойства, вероятно, характерны для одного вида – *Ph. squarrosa*, обнаруженного на стволе яблони. В данном случае сложно определить, является ли гриб паразитом, или развивается на отмерших участках ствола.

Подавляющее большинство грибов сосредоточено на трех участках Ботанического сада: в дендрарии, на участке «теневого» леса и на территории старого плодового сада.

Период образования базидиом агарикоидных и гастероидных грибов в Ботаническом саду длится с конца апреля до середины ноября. Сроки могут сдвигаться на декаду вперед или назад в зависимости от природных условий сезона, например, сезон 2010 года. Четкого проявления волн грибов, характерных для естественной микобиоты, не наблюдается. Наибольшим видовым разнообразием агарикоидных и гастероидных базидиомицетов отличается середина и конец августа. Количественный максимум приходится на середину и конец июля и август.

На территории Ботанического сада выявлено 11 видов съедобных грибов. Пять из них, *L. nuda*, *S. stephanocystis*, *S. esculentus*, *S. cyanea*, *L. rugiforme*, в пищу практически не используются из-за мелких размеров базидиом или малоизвестности. Шесть из выявленных видов являются прекрасными съедобными грибами: *K. mutabilis*, *A. cepistipes*, *P. ostreatus*, *L. pubescens*, *A. bitorquis* и *A. arvensis*. Группа условно съедобных грибов представлена двумя видами – *S. atramentarius* и *C. domesticus*. Несъедобных видов насчитывается 14. Причины, которые препятствуют их использованию, разнообразны: мелкие размеры, едкость, неприятный вкус или его отсутствие и т. д. Выявлено три вида ядовитых грибов – *C. candicans*, *L. cristata*, *P. involutus*.

### Список литературы

1. Бондарцев А. С. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения. А. С. Бондарцев, Р. А. Зингер // Споры растений : сб. науч. трудов / Бот. ин-т АН СССР. Сер. II. Вып. 6. Л., 1950. С. 499–543.
2. Гербарное дело. Справочное руководство / под ред. Д. Бридсон и Л. Формена. Русское издание : пер. с англ. ; под ред. Д. Гельтмана. Кью. Королевское бот. общ-во, 1995. 341 с.
3. Сосин П. Е. Определитель гастеромицетов СССР. Л.: Наука, 1973. 227 с.
4. Юрцев Б. А. Некоторые перспективы развития сравнительной флористики на рубеже XXI века //



Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: достижения, проблемы, перспективы : материалы V Совещ. по срав. флор. СПб., 2000. С. 12–19.

5. *Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C., Pegler D. M.* Ainsworth J. and H. Bisby's Dictionary of the Fungi. 8th ed. CAB International, Wallingford. U.K., 1995. 616 p.

6. *Moser M.* Die Röhrlinge und Blätterpilze. 5 Aufl. Kleine Kryptogamenflora. IIb/2. Stuttgart, New York: Fischer, 1983. 533 s.

7. *Nordic Macromycetes / Eds. Hansen L., Knudsen H.* Vol. 2. Copenhagen: Nordsvamp., 1992. 474 p.

**O. L. Lazareva**

*Yaroslavl State Pedagogical University named by K. D. Ushinsky,  
Yaroslavl  
e-mail: ollazar71@mail.ru*

## TO THE STUDIES OF THE AGARICOID AND GASTEROID FUNGI BIOTA IN THE BOTANICAL GARDEN YSPU (YAROSLAVSKAYA REGION)

**Summary.** The agaricoid and gasteroid fungi biota in Botanical garden of Yaroslavl State Pedagogical University (Yaroslavl region) includes presented 30 species. Some biological and ecological features of these species are discussed.

**Е. М. Лаптева, Ю. А. Виноградова,  
Ф. М. Хабибуллина, Е. М. Перминова,  
В. А. Ковалева, Т. А. Пристова**

*Институт биологии Коми научного центра УрО РАН  
г. Сыктывкар, Россия  
e-mail: vinogradova@ib.komisc.ru*

## ОСОБЕННОСТИ СУКЦЕССИОННОЙ СМЕНЫ МИКРОМИЦЕТОВ В ПРОЦЕССЕ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА НА ВЫРУБКАХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ

Важным компонентом блока почвенной микробиоты являются микроскопические грибы [8]. В почвах наземных экосистем они занимают доминирующее положение в структуре микробной биомассы [6]. Соотношение биомассы спор и мицелия в комплексе эукариот может рассматриваться в качестве индикаторного показателя, характеризующего экологическое состояние почв [3]. Учитывая значимость микроскопических грибов в функционировании наземных экосистем и их роль в разложении растительного опада [5, 6, 7], представляет интерес выявление закономерностей их сукцессионной смены в процессе деструкции растительного материала в различных экологических условиях.

Цель настоящей работы заключалась в изучении особенностей изменения видового разнообразия микромицетов и их биомассы в

процессе разложения растительного опада на вырубках среднетаежных еловых лесов.

Исследования проводили в подзоне средней тайги в 2009–2011 гг. (Усть-Куломский р-н Республики Коми). В качестве объектов исследования выбраны коренной ельник черничный (участок ПП–1) и молодняк первого класса возраста (участок ПП–2), сформировавшийся после проведенной в зимний период 2001–2002 гг. сплошнолесосечной рубки. Детальная характеристика объектов исследования представлена в работах [1, 4]. Интенсивность разложения растительного материала определяли в микрокосмах, методом изоляции в капроновых мешочках с размером ячеек 1 мм. Субстратом служила живая часть растений мохового яруса (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Polytrichum commune* (Hedwig, 1801), *Sphagnum* sp.). Соотношение видов мхов (по массе) на участке ПП–1 состав-

ляло 8 : 1 : 1, на участке ПП-2 – 2 : 5 : 3. Предварительно высушенный до воздушно-сухого состояния растительный материал закладывали в каждом сообществе на период с октября 2009 г. по октябрь 2011 г. Выемку материала (в 10-кратной повторности) проводили через 1, 8, 10, 12, 20, 22 и 24 месяца экспозиции. Качественный и количественный состав микромицетов учитывали методом посева почвенной вытяжки на среду Гетчинсона и подкисленную среду Чапека (рН = 4,5). Численность и биомассу спор микромицетов, длину и биомассу их мицелия определяли методом люминесцентной микроскопии. Таксономическую принадлежность микромицетов идентифицировали с использованием определителей, интерактивных «ключей» и информационного сайта интернет-ресурсов (<http://www.indexfungorum.org>).

В совокупности общий список микромицетов, выделенных в разные сроки экспозиции растительного материала в спелом ельнике и на вырубке, составил 45 видов из 14 родов, относящихся к отделам Zygomycota и анаморфным грибам (в том числе один «вид» стерильной формы мицелия). Подавляющее число видов относится к анаморфным (несовершенным) грибам – 39 видов из 11 родов, зигомицеты представлены видами рода *Mortierella* и *Mucor*. Таксономический состав микоценозов характеризуется обилием представителей родов *Penicillium* (17 видов), *Trichoderma* (5), *Aspergillus* (4). Виды родов *Mortierella*, *Mucor*, *Cladosporium* представлены 3 видами. Остальные роды имеют по одному виду.

Максимальным разнообразием микромицетов, участвующих в разложении мхов, характеризуется коренной ельник (ПП-1). Здесь выделено 30 видов микроскопических грибов из 12 родов. Следует отметить, что в подзолистых почвах средней тайги комплекс микроскопических грибов представлен, без учета стерильного мицелия, 38–55 видами [9]. Рассмотренные нами комплексы существенно отличаются по видовому составу от сообществ микроскопических грибов подзолистых почв – коэффициент Жаккара равен 0,12. Меньшее видовое разнообразие и отсутствие сходства по видовому составу с комплексами микромицетов подзолистых почв, формирующихся под пологом еловых чернично-зеленомошных лесов, может

быть обусловлено спецификой субстрата – разложением в поставленном нами эксперименте только верхних частей мхов (без участия опада хвои, шишек, отпада ветвей и корней, нижних частей мхов и растительных остатков травянокустарничкового яруса, фрагменты которых входят в состав лесных подстилок хвойных лесов).

Как показали проведенные нами исследования, в процессе деструкции мхов видовое разнообразие микромицетов на участке ПП-1 имело разброс от 8 до 19 видов. В первые сроки экспозиции растительного материала состав комплексов микромицетов определялся 10–11 видами, среди которых доминировали по обилию стерильный мицелий, *Geomyces pannorum*, *Penicillium italicum* и *Penicillium* sp. Максимальным разнообразием (16 видов) отличались пробы 10–20-месячной экспозиции. В эти сроки в посевах доминирующие позиции по обилию занимали *Geomyces pannorum*, *Penicillium implicatum* и *Mortierella alpina*. В конце двухлетнего периода деструкции растительного материала видовое разнообразие микромицетного комплекса снизилось до 8–9 видов, среди которых встречались неидентифицированные виды родов *Geotrichum*, *Malbranchea*, а также, как и в первые сроки, стерильный мицелий и *Penicillium italicum*.

На вырубке (участок ПП-2) комплекс микромицетов, участвующих в разложении мхов, имеет существенные отличия. Видовое разнообразие микромицетного комплекса в листовенно-хвойном молодняке, по сравнению с ненарушенным ельником, снижено в 2 раза. Многие виды грибов, выделенные на участке ПП-1, здесь отсутствовали. Для рассмотренных комплексов микромицетов выявлена высокая видоспецифичность (коэффициент Жаккара 0,29), что обусловлено как различиями в химическом составе растительного материала, закладываемого для проведения эксперимента, так и спецификой микроклиматических и экологических условий, складывающихся под пологом ненарушенного елового леса и на его вырубке, зарастающей осиною, березой и подрастом ели [1, 2].

В отличие от участка ПП-1, на вырубке в разные сроки деструкции мхов принимают участие от 3–5 до 10 видов микромицетов. Бо-

лее высоким разнообразием мицелиальных грибов (7–10 видов) отличаются пробы первых и последних сроков экспозиции. Из наиболее часто встречающихся видов следует отметить *Geomyces pannorum*, *Penicillium camemberti*, *P. decumbens*, *P. spiculisporum* и стерильный мицелий.

Оценка микробной биомассы с помощью люминесцентно-микроскопического метода [3] показала следующее. На участке ПП-1 микробная биомасса на разных этапах разложения растительных остатков варьирует в пределах 1626–17096 мкг/г а.с.п., на участке ПП-2 – 1500–10527 мкг/г а.с.п. В среднем на вырубке суммарная биомасса микроорганизмов в 1,4 раза ниже, по сравнению с коренным еловым лесом. В структуре биомассы основную роль играют мицелий и споры грибов (98–99 % от общей биомассы), что характерно для почв таежных экосистем [9]. В процессе деструкции их соотношение несколько меняется, однако в коренном ельнике вклад спор в биомассу эукариот несколько меньше, по сравнению с вырубкой,

что свидетельствует о более активном функционировании микромицетов в условиях ненарушенных рубками еловых лесов. Значительное видовое разнообразие микроскопических грибов, сочетающееся с более высокими значениями их суммарной биомассы, обусловили более высокую скорость разложения растительного материала на первых этапах деструкционного процесса (2009–2010 гг.) на участке ПП-1. На вырубке скорость разложения растительной массы в этот период была в 1,7–2,3 раза ниже. Однако в среднем за двухлетний период экспозиции интенсивность разложения мхов на обоих участках оказалось достаточно близкой и составила  $44,1 \pm 3,6$  % потери массы на участке ПП-1 и  $41,3 \pm 3,4$  % – на участке ПП-2. По всей видимости, выравнивание темпов разложения растительного материала на вырубке, по сравнению с коренным еловым лесом, в первую очередь обусловлено особенностями погодных условий 2011 г., способствовавших активизации грибо на вырубке и интенсификации минерализационных процессов.

#### Список литературы

1. Дымов А. А., Бобкова К. С., Тужилкина В. В., Ракина Д. А. Растительный опад в коренном ельнике и лиственнично-хвойных насаждениях // Лесной журнал. 2012. № 3. С. 7–18.
2. Дымов А. А., Лаптева Е. М. Влияние рубок главного пользования на изменение температурного режима среднетаежных подзолистых почв Республики Коми // Экологические функции лесных почв в естественных и нарушенных ландшафтах: материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием по лесному почвоведению: в 2-х ч. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2011. Ч. 1. С. 77–81.
3. Полянская Л. М., Звягинцев Д. Г. Содержание микробной биомассы как показатель экологического состояния почв // Почвоведение. 2005. № 6. С. 706–714.
4. Путеводитель научной почвенной экскурсии. Подзолистые суглинистые почвы разновозрастных вырубок (подзона средней тайги). Сыктывкар, 2007. 84 с.
5. Рахлеева А. А., Семенова Т. А., Стриганова Б. Р., Терехова В. А. Динамика зоомикробных комплексов при разложении растительного опада в ельниках южной тайги // Почвоведение. 2011. № 1. С. 44–55.
6. Регуляторная роль почвы в функционировании таежной экосистем / отв. ред. Г. В. Добровольский. М.: Наука, 2002. 364 с.
7. Семенова Т. А. Сукцессия микромицетов на различных естественных субстратах в ходе многолетнего модельного эксперимента // Роль почв в биосфере: труды Ин-та почвоведения МГУ и РАН. 2002. Вып. 1. С. 185–201.
8. Терехова В. А. Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. М.: Наука, 2007. 215 с.
9. Хабибуллина Ф. М., Кузнецова Е. Г., Васенева И. З. Микромицеты подзолистых и болотно-подзолистых почв в подзоне средней тайги на северо-востоке европейской части России // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1228–1234.

E. M. Lapteva, Yu. A. Vinogradova,  
E. M. Perminova, F. M. Khabibullina, V. A. Kovaleva  
*Institute of Biology Komi SC UB RAS, Syktyvkar*  
*e-mail: vinogradova@ib.komisc.ru*

## SUCCESSION CHANGE OF MICROMYCETES AND ITS SPECIFICITY DURING PLANT WASTE DECOMPOSITION AT CUTTINGS IN MIDDLE-TAIGA SPRUCE FORESTS

**Summary.** The succession specificity of microscopic fungi during plant waste decomposition in non-disturbed spruce forests and deciduous-coniferous cuttings of 2001/2002 has been studied. Complexes of micromycetes at cuttings largely differ from those in virgin forest communities – the Zhakkar index equals 0.29. The cutting misses numerous species of fungi which inhabit non-disturbed ecosystems. On the whole, species di-

versity of microscopic fungi at cuttings is 2.0 times as less than that in non-disturbed spruce forests. The variation limits of microbe biomass at different plant waste decomposition stages were identified. Biomass of microorganisms was structurally dominated by mycelium and fungal spores (98–99 % of total biomass). Total biomass of microorganisms at cuttings was normally 1.4 time as less than that at virgin.

Г. Р. Леднев<sup>1</sup>, А. М. Успанов<sup>2</sup>, Ю. С. Токарев<sup>1</sup>,  
И. А. Казарцев<sup>1</sup>, М. В. Левченко<sup>1</sup>,  
М. Н. Сабитова<sup>1</sup>, Ш. Б. Смагулова<sup>2</sup>,  
Б. А. Дуйсембеков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт  
защиты растений  
г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Казахский научно-исследовательский институт  
защиты и карантина растений  
г. Алматы, Казахстан  
*e-mail: georgijled@mail.ru*

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШТАММОВ ДВУХ ВИДОВ ГРИБОВ РОДА *BEAUVERIA* СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ\*

Среди энтомопатогенных анаморфных аскомицетов особое место занимают грибы рода *Beauveria*. Это обусловлено тем, что с одной стороны история изучения этой группы микромицетов насчитывает почти двести лет, с другой – именно на их основе выпускается около 40 % современных микоинсектицидов.

В последние два десятилетия в связи с бурным развитием молекулярно-генетических методов анализа таксономия данного рода подверглась существенной ревизии. В настоящее время он включает в себя не менее 12 видов, для дифференциации многих из которых нет надежных морфологических критериев [4].

В этой связи нами было проведено изучение молекулярно-генетических, морфологических

и биологических свойств 175 штаммов грибов, относимых ранее по фенетическим признакам к *B. bassiana* sensu lato. Указанная выборка включала в себя культуры, резко различающиеся по географическому и стациальному происхождению – от северо-запада России до Камчатки, от Якутии до южной Киргизии и от таежной зоны (включая горные леса) до сухих степей и полупустынь.

Для генотипирования штаммов нами был выбран локус ядерной ДНК – межгенный регион *Blc* [3, 4]. Проведенные исследования показали, что изучаемые культуры четко распадаются на две отдельные клады, соответствующие двум таксонам видового ранга – *B. bassiana* sensu stricto и *B. pseudobassiana*. Оба вида являются

© Леднев Г. Р., Успанов А. М., Токарев Ю. С., Казарцев И. А., Левченко М. В., Сабитова М. Н., Смагулова Ш. Б., Дуйсембеков Б. А., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК (проект 055).

ярко выраженными космополитами. При этом доля первого вида существенно ниже по сравнению со вторым (40 и 60 % соответственно).

Оценка размера конидий изучаемых штаммов показала отсутствие существенных различий по размеру спор по общей выборке. Однако при группировке выборки по видам обнаружено, что у *B. bassiana sensu lato* размер конидий существенно больше (на 0,35 мкм) по сравнению с *B. pseudobassiana* (рис. 1).

$$HCP_{0,05} = 0,28$$

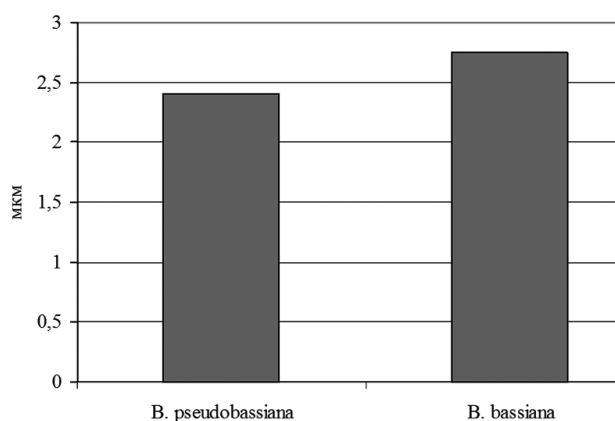


Рис. 1. Размеры конидий двух видов грибов рода *Beauveria*

Полученные материалы согласуются с данными Ренера с соавторами [4]. Он сообщает о том, что у *B. pseudobassiana* споры в общей массе выборки чуть мельче, чем у *B. bassiana*, однако достоверных различий в размере конидий авторы не обнаружили.

Анализ данных по происхождению изучаемых культур выявил следующую характерную особенность. Во всех станциях, близких к ксерофитным (вне зависимости от широты и долготы местности), доля *B. bassiana sensu lato* была существенно выше по сравнению с *B. pseudobassiana* (95 и 5 % соответственно) (рис. 2). Напротив, в лесных биоценозах значительно преобладал второй вид.

Сравнительный анализ полученных данных по уровню вирулентности штаммов указанных таксонов (по 50 культур каждого вида) в отношении личинок азиатской саранчи, показал, что агрессивность штаммов, относящихся к *B. bassiana sensu stricto*, существенно выше по сравнению с *B. pseudobassiana* (в среднем более чем на 20 %) (рис. 3).

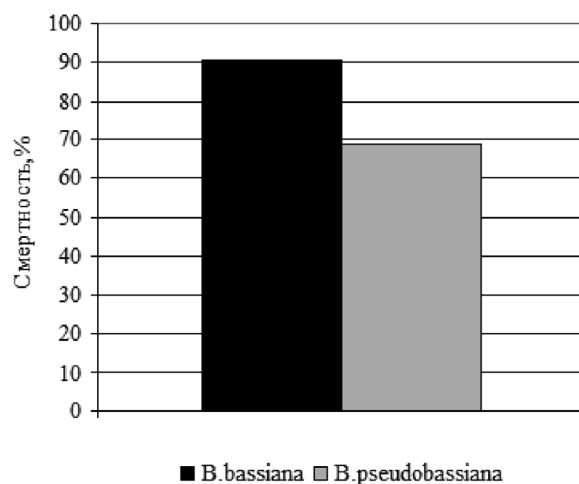


Рис. 2. Соотношение двух видов грибов рода *Beauveria* в различных местообитаниях

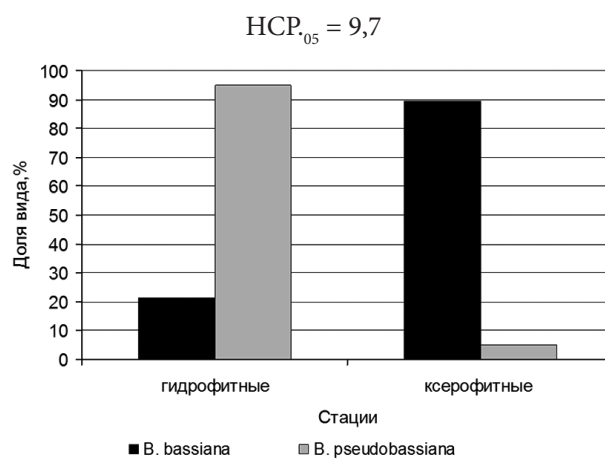


Рис. 3. Вирулентность двух видов грибов рода *Beauveria* усреднено по 50 штаммам каждого из них в отношении личинок младших возрастов азиатской саранчи (13-е сутки после заражения)

Подобные существенные различия обнаружены и при оценке термотолерантности конидий указанных видов грибов. Так, при повышенных температурах (30 и 35 °C), уровень прорастания конидий (в среднем по 30 штаммам) у *B. bassiana sensu stricto* в три-четыре раза выше в сравнении с *B. pseudobassiana* (рис. 4).

Таким образом, представленные данные убедительно свидетельствуют о том, что штаммы, относящиеся к *B. bassiana sensu stricto*, приурочены в основном к ксерофитным станциям и обладают повышенной вирулентностью и термотолерантностью по сравнению с *B. pseudobassiana*.

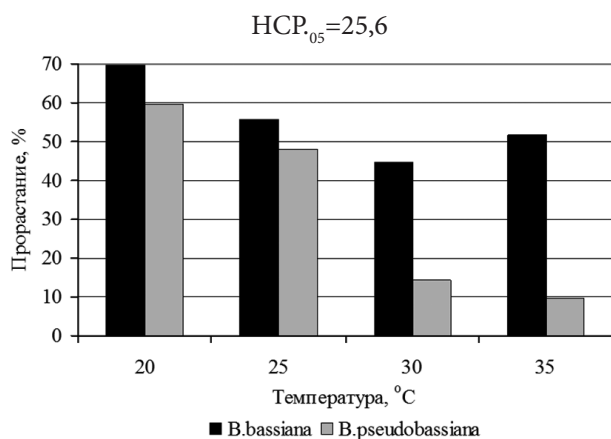


Рис. 4. Влияние температуры воздуха на жизнеспособность конидий двух видов грибов рода *Beauveria*

Полученные нами материалы согласуются с некоторыми литературными данными. Так, Бидочка с соавторами [2] показали четкую обособленность генетических групп культур *B. bassiana sensu lato*, выделенных из арктических и лесных экосистем, а также агроланд-

шафтов. При этом изоляты из агроландшафтов были более адаптированы к высоким температурам (37 °C). Этими же авторами была выявлена зависимость между интенсивностью роста на искусственных питательных средах и вирулентностью по отношению к тест-насекомым при разных температурах. Аналогичные результаты были получены Крюковым с соавторами [1], которые выявили существенные корреляционные зависимости между ростом колоний штаммов *B. bassiana sensu lato* различного географического происхождения при высоких температурах (30 и 35 °C), широтой местности и суммой положительных температур в зонах выделения. С большой долей вероятности можно предположить, что у указанных выше авторов речь также идет о разных таксонах видового ранга.

Резюмируя представленные данные, следует признать, что между указанными видами грибов обнаружен ярко выраженный хиатус по биологическим и экологическим параметрам.

#### Список литературы

1. Крюков В. Ю., Ярославцева О. Н., Елисафенко Е. А., Митьковец П. В., Леднев Г. Р., Дуйсембеков Б. А., Закиян С. М., Глухов В. В. Изменение температурных предпочтений изолятов *Beauveria bassiana* в широтном градиенте Сибири и Казахстана // Микробиология. 2012. № 81. С. 493–499.
2. Bidochka M. J., Menzies F. V., Kamp A. M. Genetic groups of the insect-pathogenic fungus *Beauveria bassiana* are associated with habitat and thermal growth preferences // Arch. Microbiol. 2002. V. 178 (6). P. 531–537.
3. Cai Y., Pu Sh., Nie Y., Rehner St. A., Huang B. Discrimination of Chinese *Beauveria* strains by DGGE genotyping and taxonomic identification by sequence analysis of the Bloc nuclear intergenic region // Appl. Entomol. Zool. 2013. V. 48. P. 255–263.
4. Rehner, S. A.; Minnis, D.; Sung G.-H.; Luangsaard, J. J.; DeVoto, L. & Humber, R. A. Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria* // Mycologia. 2011. Vol. 103 (5). P. 1055–1073.

G. R. Lednev<sup>1</sup>, A. M. Uspanov<sup>2</sup>, Y. S. Tokarev<sup>1</sup>,  
I. A. Kazarcev<sup>1</sup>, M. V. Levchenko<sup>1</sup>, M. N. Sabitova<sup>1</sup>,  
Sh. B. Smagulova<sup>2</sup>, B. A. Duisembekov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Institute for Plant Protection, St. Petersburg  
<sup>2</sup>Kazakhstan Institute for Plant Protection and Quarantine,  
Almaty, Kazakhstan  
e-mail: georgijled@mail.ru

#### BIOLOGICAL FEATURES OF STRAINS OF TWO SPECIES OF FUNGUS OF THE GENUS *BEAUVERIA* OF NORTHERN EURASIA

**Summary.** We analyzed sequences of one of the most phylogenetically informative loci, the intergenic locus B (bloc) for 175 *Beauveria* isolates originating from a wide latitudinal Two taxa at the species level were revealed: *Beauveria bassiana* as-

sociated mainly with steppe and forest steppe zones and *Beauveria pseudobassiana* associated with forest zones. Heat tolerance and virulence of *B. bassiana* isolates were significantly higher as compared to *B. pseudobassiana*.

## АГАРИКОИДНЫЕ ГРИБЫ В ЛЕТНЕМ САДУ г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Летний сад является памятником садово-паркового искусства XVIII века. Он был передан в оперативное управление Русскому музею 13 апреля 2004 г. с заданием на его реставрацию, которая проводилась в период 2009–2011 гг. На сегодняшний день в насаждениях Летнего сада произрастает 1881 экземпляр отдельно стоящих деревьев. Возраст произрастающих в саду деревьев – от 10 до 350 лет, старше 100 лет – около 1000 экземпляров и еще около 100 деревьев в возрасте 200 лет и старше (посадки второй половины XVII в. – начала XIX века). В насаждениях Летнего сада преобладают деревья липы и клена, а также имеются дубы, вязы, ясени, каштаны и еще несколько видов, представленных единично.

До начала реставрации Летнего сада проводились предпроектные исследования, включающие обследование фитосанитарного состояния насаждений. В Летнем саду зарегистрировано 24 вида возбудителей болезней растений. Наиболее опасными по результатам обследования являлись дереворазрушающие грибы, среди которых особенно следует отметить *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., *Oxyporus populinus* (Fr.) Donk. и *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Melin & Nannf. 12 апреля 2012 г. специалисты Русского музея провели круглый стол, касающийся вопроса массового распространения опенка на территориях Летнего и Михайловского садов, находящихся в оперативном управлении музея. По итогам совещания было рекомендовано определить видовую принадлежность опенка, паразитирующего в садах, для разработки эффективных мер борьбы.

Специалисты впервые созданного в мае 2012 г. Сектора учета и мониторинга зеленых насаждений садов Русского музея поставили цель выявить видовое разнообразие агарикоидных базидиомицетов на территории садов и их преобладающие виды. Задачами являлись сбор плодовых тел грибов для идентификации

и выявление распространенности видов. Основное внимание уделялось плодовым телам грибов, образующимся в комле и среди корневых лап деревьев, на их стволах и в дуплах. Сбор образцов проводился в октябре-ноябре 2012 г. и с мая по ноябрь в 2013 и 2014 гг.

Плодовые тела фотографировали, высушивали, часть из них этикетировали и выясняли их видовую принадлежность. Многие образцы собирались в позднеосенний период, состояние плодовых тел не всегда позволяло их точно идентифицировать. В таких случаях деревья отмечались для сбора плодовых тел в будущем. За период обследования собрано несколько сотен образцов агарикоидных грибов, из которых были определены 133 образца, собранных с разных деревьев. Многие образцы определены только до рода. Расчет встречаемости видов проведен на основании 133 образцов, взятых за 100 %.

В ходе исследований получены первоначальные сведения о видовом разнообразии агарикоидных грибов и их представленности в насаждениях Летнего сада (табл. 1). Регулярно обследовались все деревья сада, из которых в зависимости от сезона на 17–150 экземплярах встречались представители этой группы. Около 200 деревьев в Летнем саду имеют плодовые тела в комле и рядом с корневыми лапами, редко встречаются на стволах и в дуплах, что связано с регулярным уходом и прочисткой стволов от плодовых тел грибов и дупел от органических остатков. В местах корчевки деревьев во время реставрации сада регулярно появляются большие семейства навозника (*Coprinopsis atramentaria*, *Coprinellus disseminatus*). На газонах отмечается много представителей сапротрофных грибов, встречаемость которых в представленной работе не учитывалась.

На данный момент выявленный нами видовой состав невелик и составляет 25 вида, относящихся к 11 семействам и 20 родам. Наибо-

лее многочисленно семейство Psathyrellaceae (6 видов, встречаемость – 61,0 %), представлено в основном сапротрофами. На территории Михайловского сада виды этого семейства также значительно преобладали над остальными обнаруженными видами [1]. Сапротрофами также являются представители семейств Marasmiaceae и Мусенасеae (встречаемость 9,1% и 5,3 % соответственно). Представители семейств

Strophariaceae и Physalacriaceae считаются факультативными паразитами, их встречаемость составляет соответственно 6,8 и 6,1 %. Низкий показатель встречаемости видов этих семейств скорее всего связан с проведением мероприятий по улучшению санитарного состояния насаждений Летнего сада в период реставрации и в процессе ухода за садом после его открытия

Таблица 1

Встречаемость представителей группы агарикоидных грибов

№ п/п	Название	Встречаемость, %
	Отдел Basidiomycota	
	Класс Agaricomycetes	
	Порядок Agaricales	
	<b>Семейство Agaricaceae</b>	4,6
1	<i>Agaricus</i> spp. L.	0,8
2	<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff.	3,8
	<b>Семейство Inocybaceae</b>	0,8
3	<i>Inocybe geophylla</i> (Fr.) P. Kumm.	0,8
	<b>Семейство Hydnangiaceae</b>	2,3
4	<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	2,3
	<b>Семейство Lyophyllaceae</b>	1,6
5	<i>Hypsizygus ulmarius</i> (Bull.) Redhead	0,8
6	<i>Ossicaulis lignatilis</i> (Pers.) Redhead	0,8
	<b>Семейство Marasmiaceae</b>	9,1
7	<i>Gymnopus</i> sp. (Pers.) Roussel	0,8
8	<i>Marasmius rotula</i> (Scop.) Fr.	8,3
	<b>Семейство Мусенасеae</b>	5,3
9	<i>Mycena galiriculata</i> (Scop.) Gray	2,3
10	<i>Mycena</i> spp. (Pers.) Roussel	3,0
	<b>Семейство Physalacriaceae</b>	6,1
11	<i>Armillaria</i> sp. (Fr.) Staude	0,8
12	<i>Armillaria borealis</i> Marxm. & Korhonen	2,3
13	<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	3,0
	<b>Семейство Pleurotaceae</b>	2,3
14	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	2,3
	<b>Семейство Psathyrellaceae</b>	61,0
15	<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J.E.Lange	6,0
16	<i>Coprinopsis atramentaria</i> (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo	4,5
17	<i>Parasola plicatilis</i> (Curtis) Redhead, Vilgalys & Hopple	0,8
18	<i>Psathyrella piluliformis</i> (Bull.) P.D. Orton	1,5
19	<i>Psathyrella spadicea</i> (P. Kumm.)	2,3
20	<i>Psathyrella cernua</i> (Vahl) G. Hirsch	1,5
21	<i>Psathyrella</i> spp. (Fr.) Quel.	44,4
	Семейство Schizophyllaceae	0,8
22	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	0,8
	<b>Семейство Strophariaceae</b>	6,8
23	<i>Pholiota squarrosa</i> (Vahl) P. Kumm.	4,5
24	<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.:Fr.) P. Kumm.	1,5
25	<i>Agrocybe erebia</i> (Fr.) Kühner ex Singer	0,8



посетителям. Представители остальных семейств имеют встречаемость менее 5,0 %.

Таким образом, в Летнем саду среди агарикоидных грибов отмечены представители различных экологических групп: симбиотрофные и сапротрофные макромицеты, подстилочные и гумусовые сапротрофы, а также и ксилотрофы. Исследования показали, что преобладают в Летнем саду сапротрофные грибы, среди которых наиболее многочисленны представители семейства *Psathyrellaceae*, их встречаемость – 61,0 %. Результаты исследования показали, что опять представлены как минимум тремя видами, но массового распространения этих видов на территории сада не наблюдалось.

Исследовательская работа по изучению агарикоидных базидиомицетов на территории садов Русского музея будет продолжаться. Планируются исследования видового состава афиллофоровых, гастероидных, сумчатых и несовершенных грибов парка, с выяснением степени патогенности обнаруженных видов.

*Автор выражает огромную признательность за помощь в определении видовой принадлежности старшему научному сотруднику лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН, кандидату биологических наук О. В. Морозовой.*

### Список литературы

1. Лукмазова Е. А., Морозова О. В. Первоначальные сведения об агарикоидных базидиомицетах в Михайловском саду // 4-я Науч.-практ. конф. «Экологические проблемы исторических парков», 2013 г. URL: <http://konstantinpalace.ru/index.php?menu=20&id=144&lng=2>.

**Е. А. Lukmazova**

*Branch «Summer Garden, Mikhailovsky Garden and green territories of the museum», Russian Museum, St. Petersburg  
e-mail: ealukmazova@mail.ru*

### AGARICOMYCETES IN THE SUMMER GARDEN OF THE SANKT-PETERBURG

**Summary.** The Summer Garden is a monument of landscape art of the XVIII century. In the period 2012–2014 the phytopathological research was performed and the initial information on the species diversity of agaricoid fungi as well as on their representation in the stands of the Summer Garden was received. Studies have shown that the

saprotrophic fungi prevail in the Garden. Among them the most numerous are the representatives of the family *Psathyrellaceae* (61.0 %). The occurrence of the *Physalacriaceae* is 6.1%. *Armillaria*-complex is represented by at least three species, but the mass dissemination of these species in the Summer Garden was not observed.

**Н. В. Майнагашева**

*Филиал Хакасского политехнического колледжа  
п. Усть-Абакан, Россия  
E-mail: natalyamajnagashева@yandex.ru*

### К ИССЛЕДОВАНИЮ ГАСТЕРОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА «ХАКАССКИЙ»

Государственный природный заповедник «Хакасский» находится на территории Республики Хакасия и включает в себя 9 кластерных изолированных участков. Специфика природных условий заповедника определяет бо-

гатый набор биологического и ландшафтного разнообразия, что позволяет объединить все участки в две экологические группы – степную и горнотаежную. Участки степной группы расположены в пределах Минусинской котловины

и Кузнецкого нагорья, включают сопки, невысокие куэстообразные кряжи, небольшие изолированные горные возвышенности до 800–900 м, между которыми чередуются равнинные пространства речных долин и приозерных котловин. Данный район характеризуется резко континентальным, засушливым климатом. Минимальные температуры воздуха достигают –55 °С, максимальные +40 °С. Осадков выпадает 250–300 мм в год, преимущественно в теплый период. Зимой большая часть поверхности степей лишена снежного покрова.

Значительные площади по террасам рек занимают каштановые почвы. На крутых южных каменистых склонах распространены недоразвитые почвы. Обыкновенные и южные черноземы встречаются в луговых злаково-разнотравных степях и под ксерофитной растительностью ковыльных и мелкодерновинных злаковых степей. Солонцеватые почвы и солончаки характерны для окраин крупных минерализованных озер: Спиринские озера, Лиственки, Шира, Иткуль, Улуг-Коль [4].

В пределах степного типа растительности на территории заповедника представлены опустыненные, настоящие (мелкодерновинные и крупнодерновинные) и луговые степи, а также каменистые и солонцеватые степные сообщества. Доминирующая роль принадлежит настоящим степям, среди которых наиболее распространены мелкодерновинные степи, занимающие пологие склоны южных экспозиций. Крупнодерновинные злаковые фитоценозы имеют ограниченное распространение, формируясь на более увлажненных участках по пологим склонам северных экспозиций. Луговые степи располагаются по северным склонам на высотах выше 550 м н. ур. м., солонцеватые – по берегам минерализованных озер. Местами на степных участках встречаются березово-лиственничные перелески паркового типа [5].

До настоящего времени сведения о степной микобиоте Хакасии были немногочисленными и эпизодическими [1, 2, 8–10]. В связи с отсутствием планомерных исследований макромицетов степей Хакасии была поставлена цель – изучить биоту агарикоидных и гастероидных базидиомицетов степных сообществ на территории заповедника «Хакасский». Основой для статьи послужили результаты камераль-

ной обработки коллекции макромицетов, собранной на различных участках заповедника, в растительности которых доминирует степной комплекс. Сбор коллекции макромицетов проводился с июня по август в 2009–2014 гг. маршрутным методом, в основных типах степной растительности. Для гербаризации материала использовалась стандартная методика [3]. В результате исследований собрано 80 гербарных образцов макромицетов, которые хранятся на кафедре ботаники и общей биологии Хакасского государственного университета имени Н. Ф. Катанова. Идентификация видов осуществлялась на кафедре ботаники и общей биологии Хакасского госуниверситета и в лаборатории низших растений Центрального Сибирского ботанического сада Сибирского отделения РАН г. Новосибирска.

Ниже представлен аннотированный список гастероидных базидиомицетов, выявленных в степных сообществах Хакасского заповедника. При составлении списка использована система «Словаря грибов Айнсворта и Бисби» [11]. Номенклатура видов и сокращения авторов при грибных таксонах приводятся в соответствии с «Index Fungorum» ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)). Внутри семейств роды расположены в алфавитном порядке. Для каждого вида указано приоритетное латинское название и наиболее часто употребляемые в литературе синонимы, местонахождения, местообитания, субстраты, дата сбора или сроки плодоношения, частота встречаемости и практическое значение. Для редких и новых для Сибири находок приводится информация об их распространении. Звездочкой (\*) отмечены новые для Хакасии виды, двумя звездочками (\*\*) – макромицеты, занесенные в Красную книгу Республики Хакасия [6, 7].

Basidiomycota

Agaricomycetes

Agaricales

Agaricaceae

\*\**Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd  
(= *Langermannia gigantea* (Batsch) Rostk. – участок «Подзаплоты», разнотравный луг на краю березово-осинового леса, на почве, одиночно или небольшими группами, 20.07.2010. Редко. Съедобен.

*Cyathus striatus* (Huds.) Willd. – участок «озеро Иткуль», разнотравный луг на краю березово-осинового леса, на почве, большими скоплениями, 15.06.2011. Нередко.

*Disciseda bovista* (Klotzsch) Henn. – участки «Камызякская степь с озером Улуг-Коль», мелкодерновинная разнотравно-злаковая степь; участок «Оглахты», каменистая степь, на почве, большими скоплениями, 15.06–08.2009–2011. Часто. Ежегодно.

*D. candida* (Schwein.) Lloyd – участок «озеро Иткуль», мелкодерновинная разнотравно-злаковая степь, на песчаных почвах, одиночно, 15.06–08.2011. Нередко.

\**Lycoperdon radicum* Durieu & Mont. (= *Bovistella radicata* (Durieu & Mont.) Pat.) – участок «Оглахты», разнотравно-злаковая каменистая степь, на почве, одиночно, 15.07.2011.

Редко. Голарктический вид, характерный для южных регионов [12]. Впервые обнаружен в Сибири.

\**Tulostoma brumale* Pers. – участок «озеро Иткуль», южный берег, мелкодерновинная разнотравно-злаковая степь, на песчаных почвах, одиночно, 07.2009–2011. Нечасто.

Geastrales

Geastraceae

*Geastrum minimum* Schwein. – участок «Камызякская степь с озером Улуг-Коль», мелкодерновинная разнотравно-злаковая степь, на почве, одиночно, 30.05.2011. Редко.

\**G. schmidelii* Vittad. (= *G. nanum* Pers.) – участок «озеро Иткуль», южный берег, мелкодерновинная разнотравно-злаковая степь, на песчаных почвах, одиночные плодовые тела, 15.07.2011. Редко.

### Список литературы

1. Беглянова М. И. К флоре гастеромицетов Красноярского края // Вопросы ботаники и физиологии растений. Т. 1. Красноярск: Красноярский гос. пед. ин-т, 1971. С. 13–29.
2. Беглянова М. И. Флора агариковых грибов южной части Красноярского края. Красноярск: Красноярский гос. пед. ин-т, 1972. 207 с.
3. Бондарцев А. С., Зингер Р. А. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения // Труды Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова. Сер. II. Вып. 6. М.-Л., 1950. С. 499–542.
4. Заповедник «Хакасский» / под ред. Г. В. Девяткина. Абакан: «Журналист», 2001. 128 с.
5. Куминова А. В. Растительный покров Хакасии. Новосибирск: Наука, 1976. 422 с.
6. Красная книга Республики Хакасия. Растения и грибы / И. М. Красноборов, А. С. Анкипович и др. Новосибирск: Наука, 2002. 264 с.
7. Красная книга Республики Хакасия. Растения и грибы / А. С. Анкипович, Д. Н. Шауло и др. Новосибирск: Наука, 2012. 288 с.
8. Майнагашева Н. В. Макромицеты участка «Малый Абакан» заповедника «Хакасский» // Сб. материалов 5-й Международ. конф. «Изучение грибов в биогеоценозах». Пермь: Перм. гос. пед. ун-т, 2009. С. 145–149.
9. Максимова Т. А. Грибные тайны. Абакан: Изд-во Хакас. гос. ун-та им. Н. Ф. Катанова, 1999. 157 с.
10. Максимова Т. А. Грибы Хакасии. Абакан: Изд-во Хакас. гос. ун-та им. Н. Ф. Катанова, 2005. 200 с.
11. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. Ainsworth et Bisby's Dictionary of the Fungi. Wallingford: CAB International, 2008. 10th Ed. 771 p.
12. Pegler D. N., Læssøe, T., Spooner B. M. British Puffballs, Earthstars and Stinkhorns. England: Royal Botanic Gardens, 1995. 255 p.

N. V. Majnagasheva

Khakassky polytechnic college, Ust-Abakan  
e-mail: natalyamajnagasheva@yandex.ru

### GASTEROID BASIDIOMYCETES OF THE STEPPE COMMUNITIES IN «KHAKAS» NATURE RESERVE

**Summary.** The agaricoid and gasteroid basidiomycetes of steppe communities of the state natural reserve «Khakas» has been conducted. The list of the discovered species is presented in article as well

as information about locations, habitat, substrate, date of gathering or time of fruiting, frequency of occurrence on the territory reserve reserve «Khakas» and practical value.

## ДРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ В ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ *PINUS SYLVESTRIS* ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Оренбургское Предуралье, расположенное в степной зоне Евразии с весьма своеобразными природно-климатическими условиями, отличается пониженной лесистостью. Это связано с различием в климатических условиях, а также антропогенным давлением на лес [5, 8]. Естественные массивы леса, преимущественно сосняки, наиболее ценным из которых является Национальный парк «Бузулукский бор», немногочисленны и рассредоточены по территории Оренбургской области, преимущественно на западе и северо-востоке.

Для устранения проблемы безлесия в Оренбургском Предуралье, начиная с середины XIX в. создавались искусственные комплексы лесонасаждений в разных районах области, преимущественно состоящие из насаждений *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Ulmus pumila* и др. Эти насаждения со временем успешно вписались в экологический каркас региона, несмотря на то, что они априори чуждые в историческом плане для ландшафтов, тем не менее со временем в них формируются своеобразные сообщества травянистых растений, энтомофауны, орнитофауны и микобиоты [1–4].

Естественные сосновые леса, занимающие, как правило, обширные площади, представляют большой спектр потенциальных экологических ниш для обитания древоразрушающих базидиомицетов за счет присутствия разнообразного и многочисленного по составу субстрата, пригодного для заселения данной группой организмов. Искусственные насаждения, напротив, характеризуются большим количеством однотипного по химическому составу субстрата, особенно это касается насаждений с явно выраженным доминантом древесного яруса. Среди потенциальных экологических ниш выделяются в основном пни и мелкий веточный опад, это накладывает отпечаток на видовой состав и трофическую структуру микобиоты искусственных насаждений.

Нами предпринята попытка анализа сходства и отличий микоценозов искусственных насаждений сосны с естественными сосняками. Сосна в данном типе насаждений выступает в качестве доминанта, в большинстве исследованных нами насаждений подлесок сформирован жимолостью, кленом остролистным, вязом; однако в данном случае для анализа нами взята выборка находок, отмеченных только на древесине *Pinus sylvestris* в период с 1995 по 2014 г.

Сравнение видового состава естественных и искусственных сосняков с использованием коэффициента Сьеренсена – Чекановского показало низкое сходство между данными типами насаждений (показатель равен 0,31) [6]. Одним из существенных признаков сходства данных типов насаждений между собой является присутствие и в тех и в других *Trichaptum fusco-violaceum*, причем данный вид является лидирующим по количеству находок во всех изученных искусственных комплексах.

В целом микобиота искусственных сосновых насаждений представлена 79 видами, относящимися к 36 родам, 22 семействам отдела Basidiomycota.

Большинство отмеченных видов является эустенотрофными, что существенно отличает микобиоту сосняков от других типов насаждений, где чаще встречаются виды с широкой экологической пластичностью. Это объясняется, по-видимому, присутствием большого количества субстрата, однотипного по химическому составу. Преимущественно это пни и мелкий веточный опад. В насаждениях, менее подверженных хозяйственной деятельности человека (в отсутствие санитарных рубок и т. д.), видовое разнообразие ксилотрофных грибов повышается вполне логично вследствие увеличения потенциальных субстратов в виде крупных валяжных экземпляров древесных растений.

Следует отметить, что биотрофные виды нами отмечены единично. Так, одной находкой на живой сосне отмечена *Postia stiptica*, однако это не дает оснований для отнесения ее к фитопатогенным видам. *Fomitopsis pinicola* представлен многочисленными находками на валеже, и лишь однажды на сухостойном экземпляре сосны, вероятнее всего, освоив его как местообитание уже в ослабленном состоянии. Микобиота представлена сапротрофными видами, преимущественно обитающими на валеже, мелком опаде и реже на пнях.

Микобиота искусственных сосновых насаждений представлена своеобразным видовым ставом: центральное место занимают семейства Fomitopsidaceae, Phaeolaceae, Chaetoporellaceae, представленные наибольшим количеством видов и распространением их в различных локалитетах.

Изучение ксилотрофных грибов искусственных лесонасаждений различного породного состава Оренбургского Предуралья, которое существенно усилилось в последние годы, позволило существенным образом расширить список видов древоразрушающих базидиомицетов, обитающих в данном типе лесоккомплексов. Так, в 2013 г. было отмечено 227 видов ксилотрофных базидиальных грибов, относящихся к 91 роду, 38 семействам и 22 порядкам отдела Basidiomycota [7]. По итогам полевого сезона 2014 г. данный список пополнился новыми находками, и на сегодняшний день представлен 279 видами, среди которых лидируют находки именно на сосне в искусствен-

ных древостоях. К числу данных видов относятся *Tomentella subtestacea* Bourdot & Galzin, *Steccherinum subcrinale* (Peck) Ryvarden, впервые отмеченный в сосновой посадке на северо-востоке области в 2006 г. единичной находкой и единичной же находкой в 2014 г. в западном районе Оренбуржья также на сосне в полегающей лесополосе. Кроме того, впервые для региона в 2014 г. отмечены *Phlebia subochracea* (Bres.) J. Erikss. & Ryvarden, *Trechispora confinis* (Bourdot & Galzin) Libert, *Athelia lutescens* (J. Erikss. & Ryvaren) Zmitr. & Spirin.

Важность исследования видовой и экологической структуры микобиоты искусственных насаждений обуславливается не только фундаментальным значением ксилотрофных базидиомицетов вообще как составной части системы деструкторов, но и, учитывая позицию, что данные о структуре и закономерностях функционирования микоценозов позволяют судить о степени сформированности и устойчивости среды в данных местообитаниях. Наши данные позволяют судить, что довольно богатый видовой состав ксилотрофных базидиомицетов искусственных насаждений сосны и существенные отличия от видовой структуры микобиот естественных лесов аналогичного породного состава, служат достоверным показателем устойчивого функционирования данных антропогенных экосистем, особенно существующих длительное время без активного вмешательства хозяйственной деятельности человека.

#### Список литературы

1. Белик В. П., Петров В. С., Казаков Б. А. Некоторые результаты орнитофаунистических исследований в искусственных лесных массивах Нижнего Дона и Западного Предкавказья // Вестн. зоологии. 1981. № 2. С. 62–68.
2. Вассер С. П., Солдатова И. М. Высшие базидиомицеты степной зоны Украины (порядки *Russulales*, *Agaricales*, *Boletales* и *Aphyllphorales*). Киев: Наукова думка, 1977. 353 с.
3. Засоба В. В. искусственные степные леса как резерваты травянистой растительности // Фауна и флора лесоаграрного ландшафта. 1990. Вып. 3. С. 63–71.
4. Кузьмина Т. С., Мухин Ю. П. Структурно-функциональная оптимизация агролесомелиоративных эколого-экономических систем // Вестн. ВолГУ. Серия 3. Экономика. Экология. Вып. 3. 1998. С. 108–115.
5. Крашенинников И. М. Взаимоотношения леса и степи на южной окраине Уральской возвышенности // Землеведение. 1937. Т. 39, № 6. С. 496–525.
6. Сафонов М. А., Маленкова А. С. Древоразрушающие грибы искусственных хвойных насаждений в Южном Приуралье // Вестн. ОГУ. 2011. № 12. С. 140–143.

7. Сафонов М. А., Маленкова А. С. Новые находки дереворазрушающих грибов на древесине сосны в Южном Предуралье // Вестн. Оренбург. гос. пед. ун-та. Электронный научный журнал. URL: <http://www.vestospu.ru>. 2013. № 4. С. 27–33.

8. Танфильев Г. И. Пределы леса на юге России. СПб., 1894. 174 с.

A. S. Malenkova

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg

e-mail: malenkova.an@yandex.ru

## WOOD-DESTROYING BASIDIOMYCETES AT THE ARTIFICIAL TREE STANDS OF *PINUS SYLVESTRIS* IN THE ORENBURG PREURALS

**Summary.** The study results of wood-destroying basidiomycetes biota of artificial stands of pine in Orenburg region are discussed. Marked 79 species belonging to 36 genera and 22 families of the

division Basidiomycota. It is concluded that the high species richness of the pine artificial stands mycobiota is a reliable indicator of sustainable functioning of that anthropogenic ecosystems.

А. М. Марданова, М. Т. Лутфуллин,  
М. А. Шалавина, Л. Ф. Миннуллина

Казанский (Приволжский) федеральный университет

г. Казань, Россия

e-mail: mardanovaayslu@mail.ru

## ПОИСК И ВЫДЕЛЕНИЕ НОВЫХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ РОДА *FUSARIUM*

Микромицеты рода *Fusarium* широко распространены в почве. Многие виды являются возбудителями болезней растений. Так, некоторые виды р. *Fusarium* вызывают сухую гниль картофеля, что является серьезной проблемой для многих стран [1, 2]. В настоящее время идет активный поиск новых методов борьбы с фитопатогенами сельскохозяйственных культур. Использование биопрепаратов для контроля фитопатогенов рассматривается как эффективная альтернатива применению пестицидов, способных накапливаться в растениях и токсичных для полезной почвенной флоры [3, 4].

Целью работы является выделение бактерий с антагонистической активностью из почвы сельскохозяйственных угодий РТ. Бактерии-антагонисты выделяли методом «скупенного посева» из почв после выращивания картофеля, пшеницы и гороха. Также выделяли бактерии с антагонистической активностью из мокрой гнили картофеля. Для выделения бактерий из почвы использовали среду МПА,

на которую высевали суспензию почв в разведении 1:10 и 1:100. В случае гнили картофеля брали кусочки пораженной ткани, ресуспензировали их в стерильной воде и рассеивали газонном на поверхность чашек с МПА. Отбирали колонии бактерий, проявляющих антагонистическую активность. Бактерии выделяли в виде чистой культуры и идентифицировали методом масс-спектропии на MALDI Biotyper (Bruker Daltonik). Микромицеты выращивали на среде Чапека при 28 °С. Антагонистическую активность исследовали методом агаровых блоков. В качестве тест-культур использовали микромицеты р. *Fusarium*, выделенные из почв (шт. 1–3) и картофеля с сухой гнилью (шт. 4–6). При инфицировании клубней картофеля все изоляты микромицетов вызывали образование сухой гнили, что может свидетельствовать о том, что они могут быть возбудителями фузариоза картофеля.

Были отобраны колонии, вокруг которых наблюдали зону подавления роста почвенных

© Марданова А. М., Лутфуллин М. Т., Шалавина М. А., Миннуллина Л. Ф., 2015

\* Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной КФУ для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (проект 14–83).

бактерий. В результате посева на среде МПА были выделены изоляты бактерий в виде чистых культур. Всего было выделено более 30 штаммов бактерий. Бактерии окрашивали по Граму для характеристики клеточного морфотипа. Масс-спектрометрия на MALDI Biotyper позволила определить видовую или родовую принадлежность бактерий. Среди изолятов, проявивших антагонистическую активность в отношении других бактерий, большую часть составляли штаммы бактерий р. *Bacillus* (45 %). Также были обнаружены представители р. *Acinetobacter*, *Lysinibacillus*, *Enterobacter* и *Pseudomonas*. Большая часть штаммов бацилл были идентифицированы как представители видов *B. subtilis*, *B. weihenstephanensis* и *B. pumilis*. Два штамма были идентифицированы как *B. thuringiensis* и *B. cereus*. Идентифицированы несколько штаммов *A. calcoaceticus*, *L. fusiformis*, *L. sphaericus*, а также *E. ludwigii*, *P. putida*.

Исследовали антагонистическую активность выделенных бактерий по отношению к разным штаммам микромицетов р. *Fusarium*, выделенных из сухой гнили картофеля и почвы. Микромицеты выращивали на среде Чапека в течение недели и затем вырезали блоки, которые переносили на свежую среду в центр чашки Петри. На расстоянии 2,5 см от края блока с микромицетом раскладывали блоки бактерий, выращенных газоном на поверхности МПА. Посевы инкубировали при 28 °С в течение двух недель. Антагонистическую актив-

ность оценивали по степени подавления роста колоний микромицетов по сравнению с контролем (рост чистой культуры микромицета на среде Чапека). Выделенные бактерии в разной степени проявляли антагонистическую активность в отношении микромицетов р. *Fusarium*. Были отобраны бактериальные штаммы с наибольшей антагонистической активностью – 5 штаммов *B. subtilis* (1–5), 1 штамм *B. weihenstephanensis* и 1 штамм *A. calcoaceticus*. Однако, необходимо отметить, что антагонистическая активность штамма *A. calcoaceticus* снижалась по мере культивирования бактерий в лабораторных условиях и была значительно слабее по сравнению со свежесделанным изолятом. Штаммы *B. subtilis* № 2 и 5 проявили наибольшую способность к ингибированию роста колоний микромицетов, в том числе против возбудителей сухой гнили картофеля. Штаммы были способны расти на среде Чапека, активно выделяли коричневый пигмент, окрашивающий среду, и подавляли рост колоний микромицетов в течение всего времени наблюдения (более 3 недель).

Таким образом, выделены штаммы бактерий, ингибирующих рост и развитие различных фитопатогенных микромицетов р. *Fusarium*. Эти штаммы бактерий можно рассматривать как потенциальные биопрепараты для подавления роста фитопатогенов – возбудителей сухой гнили картофеля.

#### Список литературы

1. Cullen D. W., Toth I. K., Pitkin Y., Boonham N., Walsh K., Barcer I., Lees A. K. Use of quantitative molecular diagnostic assays to investigate *Fusarium* dry rot in potato stocks and soil // *Phytopathology*. 2005. V. 95, № 12. P. 1462–1471.
2. Du M., Ren X., Sun Q., Wang Yi., Zhang R. Characterization of *Fusarium* spp. causing potato dry rot in China and susceptibility evaluation of Chinese potato germplasm to the pathogen // *Potato Research*. 2012. V. 55. P. 175–184.
3. Petatán-Sagahón I., Anducho-Reyes M. A., Silva-Rojas H. V., Arana-Cuenca A., Tellez-Jurado A., Cárdenas-Álvarez I. O., Mercado-Flores Y. Isolation of bacteria with antifungal activity against the phytopathogenic fungi *Stenocarpella maydis* and *Stenocarpella macrospora* // *Int. J. Mol. Sci*. 2011. V. 12, № 9. P. 5522–5537.
4. Xu S. J., Hong S. J., Choi W., Kim B. S. Antifungal activity of *Paenibacillus kribbensis* strain T-9 isolated from soils against several plant pathogenic fungi // *Plant Pathol. J*. 2014. V. 30, № 1. P. 102–108.

A. M. Mardanova, M. T. Lutfullin, M. A. Shalavina,  
L. F. Minnullina

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan  
e-mail: mardanovaaylsu@mail.ru

## SEARCH AND ISOLATION OF NOVEL BACTERIAL STRAINS WITH ANTIFUNGAL ACTIVITY AGAINST THE PHYTOPATHOGENIC FUNGI *FUSARIUM*

**Summary.** In present work, the isolation of bacteria from soil was performed with the idea of using these strains as biological agents in the integrated management of potato dry rot. Majority of bacterial isolates were identified as members of genus *Bacillus*. The strongest antifungal activity has

been observed for *B. subtilis* (5 strains), *B. weihenstephanensis* and *A. calcoaceticus*. Strains of *B. subtilis* are the most promising due to their ability to produce endospores that help them survive in the soil during long periods.

О. Е. Марфенина, Е. Д. Колосова

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: marfenina@mail.ru

## ГРИБЫ ПРИЗЕМНЫХ СЛОЕВ ВОЗДУХА: ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ\*

Изучение аэромикоты приземных слоев воздуха имеет разноплановое значение и может быть важно при проведении экологических, санитарно-гигиенических и фитопатологических исследований. В настоящее время основное внимание уделяется санитарно-гигиеническим аспектами и проблемам экологии человека. Присутствие грибных диаспор в воздухе, их распространение и состав преимущественно изучается в воздухе помещений с точки зрения оценки опасности грибных спор как возбудителей микозов и аллергий для здоровья людей [5, 7]. С другой стороны, в фитопатологических исследованиях изучалось присутствие в воздухе и перенос диаспор отдельных видов грибов, вызывающих заболевания растений с целью оценки возможности распространения эпифитотий [4].

По сравнению с имеющимися фундаментальными исследованиями наземных и водных грибных сообществ, данных о структуре, закономерностях формирования аэромикоты в разных экологических условиях явно недостаточно. Но очевидно, что формирование приземного аэропланктона на конкретных территориях происходит в зависимости от эколо-

гического состояния наземных экосистем, их климатических и сезонных условий, свойств диаспор в составе аэропланктона и т. д. [3, 9]. Кроме того, с точки зрения экологических функций, можно предположить, что аэромикота приземных слоев воздуха оказывает влияние на формирование грибных сообществ и в других компонентах экосистем. В окружающей среде грибные диаспоры (споры и фрагменты мицелия) являются важными биологическими составляющими приземной пыли. Они могут поступать не только на поверхность растений, но и (сразу или с растительным опадом) на поверхность почвы. И, следовательно, возможно их участие в формировании почвенной микобиоты в результате поступления грибных диаспор при осадении или вымывании из воздуха на почву. Однако такие взаимосвязи между грибами приземных слоев воздуха и почвенной микобиотой никогда не рассматривались.

Для оценки экологической роли аэромикоты в формировании почвенных грибных сообществ необходимо иметь данные о ее составе и биомассе в приземных слоях воздуха, закономерностях динамики поступления на поверхность почвы в разных экосистемах и т. д. То



есть необходим полный анализ содержания и разнообразия грибных диаспор, поступающих на поверхность почвы, их жизнеспособности, возможности развития в условиях данных экотопов. Эти вопросы в мире до настоящего времени не исследованы.

Оценка присутствия грибов в воздухе до сих пор преимущественно проводится при учете содержания культивируемых грибов при выделении на питательные среды или на липких лентах [1, 3, 6]. Оба подхода существенно занижают данные об истинном грибном биоразнообразии и уровне биоагрязнения воздушной пыли. До последнего времени определение состава грибов в воздухе проводилось и по специальным атласам спор. В настоящее время предлагается и использование молекулярных методов [10], однако пробы «грибной пыли» не всегда могут быть достаточны для анализа.

Поэтому к настоящему времени в приземном воздухе наиболее исследован состав культивируемых микроскопических грибов и его динамика. Состав аэромикоты преимущественно представлен несколькими десятками родов, как правило, с доминированием *Cladosporium*, *Alternaria*, имеющих крупные, темноокрашенные споры. Показано, что содержание темноокрашенных спор особенно возрастает в период листопада. Зимой содержание спор грибов в воздухе ниже и споры преимущественно мелких размеров (часто виды *Aspergillus*, *Penicillium*) [2, 8, 10].

Для оценки уровня присутствия, структуры грибного аэропактона приземных слоев воздуха, в том числе и поступающего на поверхность почвы, нами были проведены исследования по определению биомассы, размерной структуры диаспор, состава культивируемых грибов, закономерностей их оседания. Изучение проводили в сезонной динамике в разных биотопах. В задачи исследования входила и оценка грибных диаспор, присутствие которых в воздухе может быть не благоприятно для здоровья человека.

Отбор проб воздуха (1000 л) проводили в осенний период на лесном (березняк) и травянистом (с газонно-злаковой растительностью) участках в Ботаническом саду МГУ импактором ПУ-1Б в 3-кратной повторности у поверхности почвы. Оценивали также поступление

грибных диаспор на поверхность почвы путем седиментации из приземных слоев воздуха и в дождевых осадках, поступающих на почву. Исследование седиментации вели в сезонной динамике на высоте 1,5 м, которая рассматривается как уровень дыхания человека среднего роста. Этот показатель важен и при анализе влияния аэромикоты на здоровье человека. Подсчет проводили люминесцентной микроскопией при окраске грибных диаспор калькофлюором белым.

Нами было установлено, что при прямом учете содержание спор грибов в приземном воздухе на три порядка выше, чем при выделении традиционными методами на питательных средах и составляет до  $165 \cdot 10^3 \pm 20 \cdot 10^3$  диаспор в м<sup>3</sup>. Наибольшее содержание грибов было отмечено в осенний период на лесном участке. Основная часть (до 98,7 %) грибных зачатков в воздухе была представлена спорами. Фрагменты мицелия встречались редко и были преимущественно размером 8–10 мкм.

Относительно влияния метеоусловий на численность аэромикоты литературные данные, полученные при подсчете КОЕ на питательных средах, противоречивы. В наших исследованиях не выявлено влияние средней температуры, относительной влажности, атмосферного давления на общее число грибных диаспор в приземном воздухе на исследованных участках. Но такие связи (значимое уменьшение числа диаспор) были установлены, особенно на открытой территории, при оценке воздействия порывов ветра и средней скорости ветра.

При сопоставлении аэромикоты приземных слоев воздуха на лесной и открытой газонной территории было установлено, что содержание грибных диаспор больше на лесной территории. При оценке пула грибных диаспор, оседающих на поверхность почвы из воздуха, было показано, что наибольшее поступление биомассы ( $4,1 \pm 0,4$  мг/м<sup>2</sup> сутки) отмечалось на исследованных площадках в конце лета, в августе. В этом месяце часто отмечается и максимальная численность грибов в воздухе как следствие метеоусловий и пика развития растительности. Повышенное содержание оседающих диаспор в исследованный период было более выражено на открытой, газонной площад-

ке. В то же время на лесном участке, в отличие от газонного, был отмечен второй максимум грибных диаспор в оседающей пыли в октябре на высоте 1,5 м. Это может быть связано с завершением листопадного периода.

При анализе жидких осадков было установлено, что численность спор составляет до миллионов на м<sup>3</sup>. То есть в осадках происходит существенная концентрация грибных спор из приземного воздуха, что может являться фактором, который, с одной стороны, обеспечивает его очищение, а с другой – поставляет грибные споры на поверхность почвы. Сумми-

руя полученные нами данные по седиментации грибных диаспор на поверхность почвы разными путями (осаждением из приземного воздуха, с дождевыми осадками, с талыми водами) можно получить представление об уровне поступающей на поверхность почвы грибной биомассы. Дальнейшие исследования грибного аэропланктона приземных слоев воздуха могут дать представление о его структуре, численности, временной динамике, способах очищения воздуха. Это важно при оценке экологических и санитарно-гигиенических функций грибного аэропланктона.

### Список литературы

1. 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.
2. Марфенина О. Е., Макарова Н. В., Иванова А. Е. Оппортунистические грибы в почвах приземных слоев воздуха мегаполиса (на примере района Тушино г. Москвы) // Микология и фитопатология. 2011. Т. 5, № 5. С. 397–407.
3. Awad A. H. A., Gibbs S. G., Tarwater P., Green C. F. Coarse and fine culturable fungal air concentrations in urban and rural homes in Egypt // International J. of Environmental Research and Public Health. 2013. Vol. 10. P. 936–949.
4. Brown J. F., Ogle H. J. Plant pathogens and plant diseases. Roclval Publications, 1997. 550 p.
5. Eduard W. Fungal spores: A critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting // Critical Reviews in Toxicology. 2009. Vol. 39, № 10. P. 799–864.
6. Fang Z., Ouyang Z., Hu L. et al. Culturable airborne fungi in outdoor environments in Beijing, China // Science of The Total Environment. 2005. Vol. 350. P. 47–58.
7. Kolivras K. N., Johnson P. S., Comrie A. C., Yool S. R. Environmental variability and coccidioidomycosis (valley fever) // Aerobiologia. 2001. Vol. 17. P. 31–37.
8. Li De-Wei., Kendrick B. Functional relationships between airborne fungal spores and environmental factors in Kitchener-Waterloo, Ontario, as detected by Canonical correspondence analysis // Grana. 1994. Vol. 33. P. 166–176.
9. Pearce D. A., Bridge P. D., Hughes K. A. et al. Microorganisms in the atmosphere over Antarctica // FEMS Microbiology Ecology. 2009. Vol. 69. P. 143–157.
10. Rogers C. Outdoor airspora: patterns, prevalence and impacts // XVI Congress of European Mycologists. Halkidiki, 2011. P. 73–82.

О. Е. Марфенина, Е. Д. Колосова

Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow  
e-mail: marfenina@mail.ru

### FUNGI IN THE SURFACE LAYERS OF THE AIR: THEIR ECOLOGICAL ROLE IN THE ECOSYSTEMS AND PROSPECTS OF RESEARCHES

**Summary.** The ecological role of aeromycota is discussed. The fungal aeroplankton of upper soil air layers could influence on other organisms (plants, animals, humans) and deposited on the soil surface. We investigated the content of the fungal propagules in the surface air and as the deposits on the soil surface at the forest and at the grass ar-

eaas by fluorescent microscopy. In comparison with the investigation on the solid media the number of spores during direct examination was some orders of magnitude higher and amounts to hundreds of thousands spores per cubic meter. In seasonal dynamic the number of fungal spores in the air was usually higher at forest area and less on the grassy

territories. The maximal deposition of fungal spores on the soil surface ( $4.1 \pm 0.4 \text{ mg/m}^2$  per day) was marked in the autumn. According to our pre-

liminary data, in rainwater occurred a significant concentration of fungal spores from the surface air.

Г. М. Мелькумов

Воронежский государственный университет

г. Воронеж, Россия

e-mail: agaricbim86@mail.ru

## АСКОХИТОЗ – ОПАСНОЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

В связи с резко изменяющимися климатическими условиями последних лет (аномальная жара в летние периоды) травянистые растения стали более подвержены влиянию биотических факторов, что ослабляет их и предрасполагает к возникновению патологического процесса различной локализации [1–4].

Среди многочисленных болезней травянистого компонента аскохитоз является весьма распространенным типом поражений вегетативных (листьев, стеблей) и генеративных (семян, плодов) органов растений. Данная болезнь вызывается сумчатыми грибами рода *Ascochyta* Lib., относящихся к классу Dothideomycetes, порядку Pleosporales и семейству Pleosporaceae. При поражении растений на стеблях и листьях появляются округлые или продолговатые пятна желтого, светло-желтого или желто-коричневого цвета с темной каймой по краям и явно заметными пикнидами (спорами в виде черных точек) в центре, иногда они могут иметь серобелый оттенок. Если поражаются семена, то они приобретают морщинистый вид и на них со временем появляются пятна. Плоды либо чернеют и загнивают, либо усыхают и покрываются пикнидами [5].

В статье систематизированы результаты последней ревизии микологической коллекции (VOR) кафедры ботаники и микологии Воронежского государственного университета с учетом данных, приведенных в ряде научных публикаций по теме исследования [6–10]. В результате обработки материала было выявлено 112 видов возбудителей аскохитоза травянистых растений Центрального Черноземья.

Названия таксонов грибов рода *Ascochyta* расположены согласно системе, представленной в 10-м издании «Словаря грибов Айнсворта и Бисби» [11], сокращения авторов даны по работе «Authors of Fungal Names» [12]. Актуальность всех видовых названий грибов выверена с помощью номенклатурной базы данных MycoBank (<http://www.mycobank.org>) (по состоянию на 09.01.2015).

Значительное количество представителей было собрано на территории Воронежской (83 вида; 74,1 % от общего числа видов), Липецкой (49; 43,8 %), Тамбовской (24; 21,4 %), Белгородской (10; 8,9 %) областях, наименьшее – в Курской (7; 6,3 %) областях.

Выявленные виды *Ascochyta* неравномерно распределены по семействам питающих растений. Большинство видов зарегистрировано на представителях семейств Leguminosae (24 вида; 21,4 % от общего числа видов), Compositae, Labiatae (11; 9,8 %), Gramineae, Solanaceae (9; 8,0 %), Cucurbitaceae, Malvaceae, Umbelliferae (4; 3,6 %), Aristolochiaceae, Chenopodiaceae, Cruciferae, Violaceae (3; 2,7 %), Alismataceae, Caprifoliaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae (2; 1,8 %). Amaranthaceae, Aprocynaceae, Araceae, Balsaminaceae, Basellaceae, Campanulaceae, Cannabaceae, Celastraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Grossulariaceae, Hydrangeaceae, Loasaceae, Plantaginaceae, Polemoniaceae, Portulacaceae, Resedaceae, Rosaceae, Urticaceae, Valerianaceae содержат по одному виду, что составляет 0,9 %.

По степени специализации выявленные представители *Ascochyta* можно разделить на три группы.

1. Узко специализированные, поражающие лишь один вид питающего растения: *A. abutilonis* Hollós., *A. amaranthi* Allesch., *A. anemones* Kabát & Bubák., *A. anethicola* Sacc., *A. artemisiae* Bond.-Mont., *A. asari* Bond.-Mont., *A. asclepiadearum* Traverso, *A. ballotina* I.E. Brezhnev, *A. betonicae* Siemaszko, *A. bryoniae* Kabát & Bubák., *A. bulgarica* Bubák & Picb., *A. bupleuri* Thüm., *A. calystegiae* Sacc., *A. capsici* Bond.-Mont., *A. carpathica* (Allesch.) Grove, *A. carthami* Khokhr., *A. chaerophylli* Bres., *A. coronillae* M.I. Nikol., *A. crambes* Novoss., *A. dolichi* Gonz. Frag., *A. ducis-aprutii* Mattiolo, *A. elsholtziae* Bond.-Mont., *A. emeri* Sacc., *A. ervicola* Syd., *A. fabae* Speg., *A. fagopyri* Thum. et P.C. Bolle, *A. glechomatis* Bond.-Mont., *A. hibisci-cannabini* Khokhr., *A. hieraciicola* Moesz & Smarods, *A. humuli* Kabát & Bubák, *A. hyoscyami var. rossica* Siemaszko, *A. impatientis* Bres., *A. inulicola* Petr., *A. ischaemi* Sacc., *A. leonuricola* Shirn.-Grish., *A. malvicola* Sacc., *A. melicae* (Died.) Melnik, *A. orobicola* Trusova, *A. oryzae* Catt., *A. pellucida* Bubák., *A. philadelphiae* Sacc. & Speg., *A. phleina* R. Sprague., *A. phomoides* Sacc., *A. pinzolensis* Kabát & Bubák., *A. plantaginicola* Melnik., *A. rabiei* (Pass.) Labr., *A. ribis* Bondartsev, *A. ricinella* Sacc. & Scalia, *A. robiniae* Sacc. & Speg., *A. siphonis* Allesch., *A. solani-nigri* Died., *A. spinaciae* Bond.-Mont., *A. suberosa* O. Rostr., *A. taraxaci* (Hollós) Grove, *A. trifolii-alpestris* Dominik., *A. urticae* A.L. Sm. & Ramsb., *A. valerianae* A.L. Sm. & Ramsb., *A. veronicicola* Melnik., *A. vignae* M.I. Nikol., *A. violae-hirtae* Bubak, *A. vulgaris* Kabát & Bubák., *A. wisconsina* Davis.

2. Относительно специализированные, поражающие несколько видов одного рода питающих растений: *A. astragali* Lebedeva, *A. babajaniae* Tasl, *A. basellae* Henn., *A. caulicola* Laubert, *A. cichorii* Died, *A. daturae* Sacc., *A. galeopsidis* A.L. Sm. & Ramsb., *A. lablab* M.I. Nikol., *A. laprae* Kabát & Bubák, *A. lathyri* Trail, *A. leonuri* Ellis & Dearn., *A. nicotianae* Pass., *A. onobrychidis*

*Bond.-Mon.*, *A. orobi* Sacc., *A. pinzolensis* Kabát & Bubák., *A. polemonii* Cavara, *A. potentillarum* Sacc., *A. punctata* Naumov, *A. resedae* Bond.-Mont., *A. solanicola* Oudem., *A. sonchi* (Sacc.) Grove, *A. trifolii* Bondartsev & Trusova, *A. trigonellae* Traverso & Spessa, *A. viciae* Lib., *A. violae* Sacc. & Speg., *A. violicola* McAlpin.

3. Менее специализированные, способные паразитировать на представителях нескольких родов и видов питающего растений: *A. alkekengi* C. Massal., *A. althaeina* Sacc. & Bizz., *A. boni-henrici* Ranoj., *A. boydii* Grove., *A. brachypodii* (Syd.) R. Sprague et Aar. G. Johnson., *A. brassicae-rapae* Bond.-Mont., *A. cajophorae* Henn., *A. calamagrostidis* Brunaud., *A. chenopodii* (P. Karst.) Died., *A. cirsii* Died., *A. cucumeris* Fautrey & Roum., *A. dahliicola* (Brunaud) Petr., *A. farfarae* Siemaszko, *A. lamiorum* Sacc., *A. maydis* G.L. Stout., *A. melonis* Potebnia, *A. menthicola* Ishiy., *A. phlomidis* Bubák & Wróbl., *A. pinodes* L.K. Jones, *A. pisi* Lib., *A. scrophulariae* Kabát & Bubák, *A. septentrionalis* Fokin, *A. viciae-pisiformis* Bubák., *A. volubilis* Sacc. et Malbr.

Как видно из приведенных выше списков, большинство видов *Ascochyta* (62 вида; 55,4 % от общего числа представителей) обладают строгой приуроченностью к определенному виду травянистого растения, количество относительно специализированных и менее специализированных характеризуются близкими значениями и составляют 26 (23,2 %) и 24 (21,4 %) соответственно.

Исследование видового разнообразия *Ascochyta* в различных ценозах Центрального Черноземья будет продолжено. Детальное изучение эколого-биологических особенностей возбудителей аскохитоза даст возможность предложить комплекс лечебно-профилактических мероприятий с целью сокращения эпифитотийных заболеваний травянистых растений на анализируемых территориях.

### Список литературы

1. Мелькумов Г. М. Теория иммуногенеза М. С. Дунина как модель биотеста питания грибов // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция : науч. труды РАСХН. М., 2011. Т. IV. Ч. 1. С. 511–515.
2. Мелькумов Г. М. Микромицеты древесных растений города Воронежа, хранящиеся в гербарном фонде (VOR) кафедры ботаники и микологии ВГУ // Наука и современность – 2012 : сб. материалов XIX Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 31 декабря 2012 г. Новосибирск, 2012. Ч. 1. С. 19–21.
3. Мелькумов Г. М. Вредоносные болезни древесного компонента паркоценозов города Воронежа // Труды Мордов. гос. природ. заповедника им. П. Г. Смидовича. 2014. Вып. 12. С. 425–428.

4. Мелькумов Г. М. Субстратная специализация возбудителей болезней древесного компонента парковых зон города Воронежа // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. 2014. № 1–2. С. 57–62.
5. Мельник В. А. Определитель грибов рода *Ascochyta* Lib. Ленинград: Наука, 1977. 246 с.
6. Николаева М. И. Аскохитоз бобовых в Воронежской области // Некоторые проблемы биологии и почвоведения. Воронеж, 1968. С. 15–18.
7. Николаева М. И. Флора грибов, выявленная на семенах бобовых в Воронежской области // Некоторые проблемы биологии и почвоведения : материалы отчет. науч.-практ. конф. биолого-почвенного факультета ВГУ, 1970 г.). Воронеж, 1971. С. 25–26.
8. Николаева М. И. Микофлора интродуцированных однолетних бобовых в Воронежской области // Проблемы изучения и охраны ландшафтов. Воронеж, 1974. С. 13–15.
9. Сарычева Л. А., Светашева Т. Ю., Булгаков Т. С., Попов Е. С., Малышева В. Ф. Микобиота Липецкой области. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2009. С. 229–232.
10. Ширнина Л. В. Грибы рода *Ascochyta* Lib. в Центрально-Черноземных областях // Некоторые проблемы биологии и почвоведения : материалы отчет. науч. конф. биол.-почв. ф-та ВГУ, 1969 г. Воронеж: ВГУ, 1970. № 4. С. 205.
11. Kirk P. M., Ansel A. E. Authors of Fungal Names. IMI, 1992. 95 p.
12. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. Dictionary of the Fungi. Wallugford, 2008. 771 p.

G. M. Mel'kumov

Voronezh State University, Voronezh  
e-mail: agaricbim86@mail.ru

## THE ASCOCHYTOZ – A DANGEROUS DISEASE HERBACEOUS PLANTS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

**Summary.** This article systematizes the results of the latest revision of the mycological herbarium of genus *Ascochyta* of the Department of botany and mycology Voronezh State University based on the data given in the number of scientific publications on the research topic. In the course of the work found 112 species of causative agents of ascochy-

toz herbaceous plants of the Central Chernozem region, belonging to the class Dothideomycetes, order Pleosporales and the family Pleosporaceae. The majority of representatives of *Ascochyta* have a strict confinement to a particular kind of herbaceous plants.

В. С. Микрюков<sup>1</sup>, О. В. Дуля<sup>1</sup>, П. В. Кондратков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт экологии растений и животных УрО РАН  
г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет  
г. Екатеринбург, Россия  
e-mail: vmikryukov@gmail.com

## РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ АРБУСКУЛЯРНОЙ МИКОРИЗЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА\*

Работа направлена на изучение разнообразия сообществ грибов, образующих арбускулярную микоризу (ГАМ, отдел *Glomeromycota*), в бореальных лесах в условиях загрязнения крупным источником промышленных выбросов. Интерес к данной группе симбиотрофных грибов обусловлен их ролью в функционировании

травянистой растительности южной тайги, подавляющее большинство видов которой облигатно микоризные [3]. Кроме того, считается, что обилие ГАМ и состав их сообществ в почве детерминируют направление процессов возобновления растительности загрязненных территорий [12].

© Микрюков В. С., Дуля О. В., Кондратков П. В., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 13–04–01699), Программы развития ведущих научных школ (НШ–2840.2014.4) и Программы Президиума РАН «Живая природа» (12–П–4–1026).

**Сбор материала** проводили в елово-пихтовых лесах в окрестностях Среднеуральского медеплавильного завода (Свердловская область, г. Ревда), в составе выбросов которого преобладают кислотные газы и тяжелые металлы [2]. В августе 2013 г. в двух зонах, контрастно различающихся по концентрациям тяжелых металлов в почве – фоновой (в 30 км к западу от завода) и импактной (в 2,5 км) – отобраны образцы лесной подстилки, для которых был проведен молекулярно-генетический анализ ГАМ (21 образец в фоновой и 15 – в импактной зоне). В каждой точке отбора на площадках 0,5×0,5 м оценено проективное покрытие видов травяно-кустарничкового яруса (ТКЯ).

Для **молекулярно-генетического анализа** использован метод изучения полиморфизма концевых рестрикционных фрагментов ДНК (*terminal restriction length polymorphism, T-RFLP*), в результате которого на результирующем профиле фрагментов ДНК исследуемого образца представлены пики, интерпретируемые как отдельные фило типы ГАМ (операциональные таксономические единицы), а высота/площадь каждого пика – как показатель относительного обилия фило типа в образце. Методика подробно изложена у Mikryukov с соавт.

[7]. Оценка дифференциации **сообществ** ГАМ разных образцов выполнена с помощью метода главных координат (*principal coordinate analysis, PCoA*) на основе матриц несходства, рассчитанных с использованием индекса Брея – Кёртиса. Значимость различий образцов между зонами нагрузки оценивали с помощью непараметрического многомерного однофакторного дисперсионного анализа (10 000 перестановок) [4]. Весь анализ выполнен в ПО R v.3.0.2 [8] в пакете vegan v.2.1–41 [10].

Для оценки **степени микоризации корней** доминирующих видов ТКЯ в октябре 2014 г. в фоновой зоне отобраны *Linnaea borealis* L. (10 особей), *Oxalis acetosella* L. (13) и *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth (11); в импактной – *Agrostis capillaris* L. (15), *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. (12), *C. arundinacea* (5) и *Sanguisorba officinalis* L. (3). Корни обрабатывали по стандартной методике [9], включающей мацерацию в 10 % КОН и окрашивание 0,07 % анилиновой синью, после чего определяли частоту встречаемости микоризы (*F*) и интенсивность ее развития (*D*) [1].

Согласно полученным результатам проективное покрытие и альфа-разнообразие ТКЯ в 10 раз выше в фоновой зоне, чем в импакт-

Таблица 1

Параметры напочвенного покрова, разнообразия ГАМ и микоризации (над чертой представлена *F*, %, под чертой – *D*) травянистых растений в зонах с разной степенью трансформации среды; представлены средние значения и станд. ошибки ( $m \pm se$ )

Параметр	Фоновая зона		Импактная зона	
	$m \pm se$	<i>min</i> – <i>max</i>	$m \pm se$	<i>min</i> – <i>max</i>
Проективное покрытие ТКЯ, %	69,5 ± 5,4	15–100	6,4 ± 2,4	0 – 30
Количество видов ТКЯ на 0,25 м <sup>2</sup>	10,67 ± 0,74	3–16	1,93 ± 0,28	0 – 5
Количество фило типов ГАМ в образце	23,3 ± 1,2	11–38	18,8 ± 0,8	15 – 24
Индекс Шеннона ГАМ	2,0 ± 0,1	1,2–2,8	1,8 ± 0,10	1,1 – 2,8
Выравненность Пиелу ГАМ	0,6 ± 0,02	0,4–0,8	0,6 ± 0,03	0,4 – 0,8
Параметры микоризации растений				
<i>L. borealis</i>	54,7 ± 3,8 2,9 ± 0,2	28,8–69,4 2,0–3,9	–	–
<i>O. acetosella</i>	21,0 ± 8,2 0,4 ± 0,2	0–72,9 0–1,5	–	–
<i>C. arundinacea</i>	21,9 ± 4,2 1,4 ± 0,2	4,1–44,8 0,5–2,3	2,4 ± 1,6 0,2 ± 0,1	0 – 9,3 0 – 0,6
<i>S. officinalis</i>	–	–	35,4 ± 9,2 1,8 ± 0,3	17,1 – 55,9 1,1 – 2,5
<i>A. capillaris</i>	–	–	7,1 ± 1,2 0,9 ± 0,1	1,3 – 18,1 0,1 – 1,6
<i>B. pinnatum</i>	–	–	1,5 ± 0,8 0,1 ± 0,1	0 – 10,3 0 – 0,6

ной (табл. 1). В фоновой зоне обнаружено 37 видов ТКЯ, 80 % их общего обилия приходится на *O. acetosella*, *Ajuga reptans* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Aegopodium podagraria* L., *Stellaria holostea* L., *Fragaria vesca* L., *C. arundinacea*, *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Cerastium pauciflorum* Stev. ex Ser., *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs. ТКЯ импактной зоны представлен всего 9 видами, 5 из которых зарегистрированы в точках отбора образцов: *A. capillaris*, *B. pinnatum*, *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L., *S. officinalis*, тогда как 4 были встречены за их пределами: *Atragea sibirica* L., *Equisetum sylvaticum* L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. и *C. arundinacea*.

По результатам оценок микоризации корней в фоновой зоне ГАМ выявлены в 70 % полей зрения в корнях *O. acetosella* и *L. borealis*, а также 45 % – *C. arundinacea*. В импактной зоне ГАМ наиболее обильно (до 56 %) колонизировали корни *S. officinalis*, произрастающей в лесных окнах, в то время как максимальные значения *F* у остальных видов составили только 18 %. Колонизация *C. arundinacea* (единственного вида, произрастающего в обеих зонах) была ниже в 10 раз в импактной зоне по сравнению с фоновой.

По результатам молекулярно-генетического анализа общее количество филоципов ГАМ в фоновой зоне составило 75 (с учетом малочисленных филоципов – 166), в импактной – 61 (151). Отличия сообществ между зонами по индексам разнообразия и выравниваемости также незначительны. Согласно значениям индексов Брея – Кёртиса, сообщества ГАМ не различаются между зонами ( $F(1; 34) = 0,07, p = 0,79$ ).

С учетом того, что разнообразие ГАМ, как правило, тесно связано с параметрами расти-

тельных сообществ, полученные результаты неожиданны [6], так как травянистую растительность импактной зоны кардинально отличает от фоновой как видовой состав, так и десятикратно сниженное альфа-разнообразие и обилие. Кроме того, ГАМ считается одной из наиболее чувствительных к избытку тяжелых металлов групп грибов [5], что косвенно подтверждается нашими оценками микоризации видов ТКЯ в разных зонах.

Наблюдаемое сходство сообществ ГАМ между зонами может быть обусловлено тем, что многие виды ГАМ неспецифичны по отношению к растениям [11], в связи с чем небольшое количество видов ТКЯ, произрастающих на импактной территории, может поддерживать разнообразие ГАМ на фоновом уровне. Тем не менее мы обнаружили 15–23 филоципов ГАМ в шести местах сбора в импактной зоне, в которых было зарегистрировано отсутствие ТКЯ. Это удивительно с учетом ограниченной способности ГАМ к расселению и почти полным отсутствием разносчиков спор на этой территории [7]. По нашему мнению, наличие ГАМ на участках без ТКЯ, а также сходство сообществ ГАМ импактной зоны с фоновыми может быть обусловлено «захоронением» их спор в загрязненной подстилке.

Можно предполагать, что обнаруженные сообщества ГАМ на импактной территории представляют своеобразный «отпечаток» менее нарушенной растительности, населявшей эту территорию в начале работы завода. Этот банк спор аналогично банку семян представляет пул для колонизации растений в процессе восстановления растительности импактной зоны.

#### Список литературы

1. Бетехтина А. А., Гладких К. В., Кондратков П. В. Эндомикоризы цветковых и споровых растений // Труды Института биоресурсов и прикладной экологии. Оренбург, 2004. Вып. 4. С. 12–18.
2. Воробейчик Е. Л., Трубина М. Р., Хантемирова Е. В., Бергман И. Е. Многолетняя динамика лесной растительности в период сокращения выбросов медеплавильного завода // Экология. 2014. № 6. С. 448–458.
3. Akhmetzhanova A. A., Soudzilovskaia N. A., Onipchenko V. G., Cornwell W. K., Agafonov V. A., Selivanov I. A., Cornelissen J. H. C. A rediscovered treasure: mycorrhizal intensity database for 3000 vascular plants species across the former Soviet Union // Ecology. 2012. V. 93, № 3. P. 689.
4. Anderson M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance // Austral. Ecol. 2001. V. 26, № 1. P. 32–46.
5. Baldrian P. Effect of Heavy Metals on Saprotrophic Soil Fungi // Soil heavy metals. Eds. Sherameti I. & Varma A. Heidelberg: Springer Verlag, 2010. P. 263–279.

6. Johnson N. C. Resource stoichiometry elucidates the structure and function of arbuscular mycorrhizas across scales // *New Phytol.* 2010. V. 185, № 3. P. 631–647.

7. Mikryukov V. S., Dulya O. V., Vorobeichik E. L. Diversity and spatial structure of soil fungi and arbuscular mycorrhizal fungi in forest litter contaminated with copper smelter emissions // *Water, Air, Soil Pollut.* 2015 (in press). DOI:10.1007/s11270-014-2244-y.

8. Oksanen J., Blanchet F. G., Kindt R. et al. *Vegan: Community Ecology Package*. 2015. URL: <http://R-Forge.R-project.org/projects/vegan/>

9. Phillips J. M., Hayman D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection // *Transactions of the British Mycological Society.* 1970. V. 55. P. 158–161.

10. *R Core Team.* R: A language and environment for statistical computing. 2015. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. URL: <http://www.R-project.org/>.

11. Saks Ü., Davison J., Öpik M. et al. Root-colonizing and soil-borne communities of arbuscular mycorrhizal fungi in a temperate forest understorey // *Botany.* 2013. P. 1–9.

12. Toler H. D., Morton J. B., Cumming J. R. Growth and metal accumulation of mycorrhizal sorghum exposed to elevated copper and zinc // *Water, Air, and Soil Pollution.* 2005. V. 164, № 1–4. P. 155–172.

V. S. Mikryukov<sup>1</sup>, O. V. Dulya<sup>1</sup>, P. V. Kondratkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of plant and animal ecology UrB RAS, Ekaterinburg*

<sup>2</sup>*Ural federal university, Ekaterinburg*

*e-mail: vmikryukov@gmail.com*

## DIVERSITY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI UNDER COPPER SMELTER POLLUTION

**Summary.** The diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) communities in the forest litter and intensity of mycorrhizal colonization of dominating herb species were studied, in sites with two contrasting levels of contamination with copper smelter emissions. The fungal community structure was assessed using T-RFLP analysis.

In the contaminated area, the diversity and abundance of herb layer was ten times lower than in the control area. The intensity of mycorrhizal colonization of host plants also decreased under contamination. However, the phylotypic richness of AMF in the forest litter only slightly decreased

under contamination, and the evenness, composition and structure of AMF communities from the contaminated and control areas were similar.

It was suggested that few plant species in the contaminated area may maintain high AMF diversity. However, 15–23 AMF phlotypes were registered, in bare sample plots in the contaminated area. It is very likely that phlotypes, found in the bare plots, as well as between-zone similarity of AMF communities resulted from «burials» of AMF spores in the litter's thick layer in the contaminated area and represent a «footprint» of weakly disturbed stages of the herb vegetation.

К. Ю. Миронченко

*Кемеровский государственный университет*

*г. Кемерово, Россия*

*e-mail: sasha1977@ngs.ru*

## ДИСКОМИЦЕТЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Дискомицеты – довольно большая группа грибов, насчитывающая около 5000–6000 видов. Они входят в состав отдела Ascomycota.

Дискомицеты встречаются повсюду, но чаще всего в лесах на почве, опавших ветвях,

пнях, древесине, на экскрементах животных. Большинство дискомицетов – сапротрофы, но некоторые являются паразитами высших растений; есть среди них также съедобные и ядовитые грибы. Развиваясь на почве, эти грибы



играют важную роль в круговороте веществ: они принимают активное участие в разложении растительных остатков, ускоряя накопление гумуса в почве [3].

Степень изученности видового состава той или иной местности неоднородна. Кемеровская область мало изучена с точки зрения микологии. Встречаются лишь отрывочные сведения об аскомицетах. Поэтому целью данной работы являлось изучение видового состава дискомицетов Кемеровской области. Исследования проводили в Крапивинском и Кемеровском районах.

Крапивинский и Кемеровский районы расположены в центральной части Кемеровской области по обоим берегам реки Томи. Согласно ботанико-географическому районированию А. В. Куминовой (1949) территория относится к Инско-Томскому лесостепному району [1]. Растительный покров имеет характер северной лесостепи. Основной образующей породой дерева является пихта, на вырубках – осина и береза. По поймам рек в горно-таежной зоне растут ели и кедр. Травостой в среднем имеет высоту 30–70 см. На территории Кемеровского и Крапивинского районов расположена крупнейшая река Кемеровской области – Томь – с ее многочисленными притоками – Уньгой, Стрельной, Искитимом, Лебяжьей, Чубуром, Сосновкой. Климат на всей территории области континентальный. Среднее количество осадков в год – около 600 мм. Вегетационный период составляет 140–150 дней. Устойчивый снежный покров устанавливается в среднем к началу ноября и исчезает во второй декаде апреля. Средняя температура января –17,7 °С, июля – +18,1 °С. На территории района преобладают южные и юго-западные направления ветров со средней скоростью 3–4 м/сек.

Сбор плодовых тел проводился маршрутным методом в течение всего вегетационного периода с различных субстратов: живых и погибших деревьев, почвы, лесной подстилки. Собранные образцы описывались и этикетировались согласно следующей схемы: географические координаты (ближайший населенный пункт, географическая широта и долгота), местообитание, субстрат, дата сбора, фамилия коллектора; размеры плодового тела, особенности строения аском, форма апотеция. Опи-

сание аском проводили согласно рекомендациям Н. П. Кутафьевой [2]. После фиксации (высушивания) аскомы складывались в бумажные пакеты и снабжались этикеткой. Для определения дискомицетов использовали определители отечественных и зарубежных авторов. Названия видов даны в соответствии с микологической базой данных MусoBank [4].

Уровень видового разнообразия грибов дискомицетов Кемеровского и Крапивинского районов определяется 23 видами, относящихся к 16 родам из 10 семейств, 6 порядков, 4 подклассов, 4 классов отдела Ascomycota. Наиболее многочисленный класс Pezizomycetes – 14 видов (60,8 %), второе место занимает класс Leotiomycetes – 6 видов (26 %), класс Sordariomycetes характеризуется 2 видами (8,7 %), одновидовой класс Eurotiomycetes (4,3 %). В ранге порядков отмечено значительное преобладание порядка Helotiales – 13 видов (56,5 %) над всеми остальными.

На территории Кемеровского и Крапивинского районов ведущим семейством является Pyrenomataceae (6 видов, 26 % от общего количества видов), второе место по числу видов занимают семейства Peziaceae и Helotiaceae (4 вида, что составляет 17,4 %). На долю семейства Helvellaceae приходится 3 вида (13 % от общего видового состава). Одновидовые семейства: Cudoniaceae, Morchellaceae, Xylariaceae, Нуросреасеае, Elaphomycetaceae. На долю этих семейств приходится по 4,3 %.

Наиболее многочисленным является род *Peziza* (4 вида, 17,4 %). Род *Helvella* насчитывает 3 вида (13 %). Такие роды как *Humaria* и *Geopora* имеют по 2 вида (8,7 %). Роды *Bisporella*, *Clorociboria*, *Humenoscyphus*, *Neobylgaria*, *Sclerotinia*, *Spathularia*, *Verpa*, *Scutellinia*, *Otidea*, *Daldinia*, *Elaphomyces*, *Nectria* являются одновидовыми. На их долю приходится по 4,3 % от общего количества.

В экологическом плане лидируют грибы из группы гумусовые сапротрофы – 12 видов (52,1 %). На долю ксилотрофов приходится 8 видов (34,8 %), подстилочных сапротрофов – 2 вида (8,7 %), гербофилов – 1 вид (4,3 %). Подавляющее большинство пецициевых грибов являются активными деструкторами растительных остатков.

В целом степень изученности пецициомитетов на территории Кемеровской области не велика, поэтому требует дальнейшие исследования.

### Список литературы

1. Куминова А. В. Растительность Кемеровской области. Новосибирск, 1949. 149 с.
2. Кутафьева Н. П. Морфология грибов. Новосибирск, 2003. 215 с.
3. Смицкая М. Ф. Флора грибов Украины: Оперкулятные дискомицеты. Киев: Наукова думка, 1980. 224 с.
4. MycoBank. Электронный ресурс. URL: <http://www.mycobank.org>

К. Yu. Mironchenko

Kemerovo State University, Kemerovo  
e-mail: sasha1977@ngs.ru

### DISCOMYCETES OF KEMEROVO REGION

**Summary.** Taxonomic richness of discomycetes in the Kemerovo and Krapivinskoye areas determined 23 species belonging to 16 genera of 10 families, 6 orders of magnitude, 4 subclasses, 4 classes of Ascomycota. The most numerous class Pezizomycetes – 14 species (60.8 %). In rank order was a significant predominance order Helotiales –

13 species (56.5 %) over all others. Leading family is Pyronemataceae (6 species, 26 % of the total number of species). In environmental terms, the lead group of mushrooms humus saprotrophs – 12 species (52.1 %). In general, the degree of scrutiny pezizomycetes in Kemerovo region is small, and therefore requires further study.

Г. В. Митина, А. Л. Первушин,  
А. Н. Игнатъева, А. А. Чоглокова

Всероссийский научно-исследовательский институт  
защиты растений  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: galmit@rambler.ru

### ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА *LECANICILLIUM*

Анаморфные аскомицеты из рода *Lecanicillium* W. Gams at Zare (бывший комплексный вид *Verticillium lecanii*) известны как возбудители микозов насекомых, прежде всего тлей, белокрылок и кокцид, а также они могут паразитировать на клещах и нематодах и на ржавчинных и мучнисторосяных грибах. Традиционно грибы применяются в качестве продуцентов микробиологических инсектицидных препаратов [1].

Такие широко распространенные виды как *L. muscarium*, *L. longisporum* и более редкие виды *L. lecanii*, *L. pissodis* морфологически плохо различимы. Однако неоднократно предпринимались попытки выявить наиболее существенные морфологические и биохимические признаки, связанные с патогенностью к различным насе-

комым. Для идентификации грибов рода *Lecanicillium* по современной систематике используются молекулярные методы [2, 3]. Среди 49 изученных штаммов *Verticillium lecanii* из коллекции ВИЗР были идентифицированы на основе сиквенсов митохондриального гена *nad1* 43 штамма как *Lecanicillium muscarium*. Анализ гена *nad1* позволил выявить 4 молекулярных гаплотипа внутри вида *L. muscarium* [4]. Штаммы, принадлежащие к разным гаплотипам, имели сходное строение конидиального аппарата, но отличались рядом морфолого-культуральных признаков. Для выявления связей между ними и полученными молекулярными характеристиками штаммов *L. muscarium* был проведен математико-статистический анализ взаимного влияния признаков.

© Митина Г. В., Первушин А. Л., Игнатъева А. Н., Чоглокова А. А., 2015

Были изучены следующие показатели для штаммов рабочей выборки: скорость роста, размер спор, степень развития воздушного мицелия, продуктивность штаммов по конидиям при росте на агаризованной среде Чапека, а также данные по биологической активности: инсектицидная активность и антибиотическая активность культуральной жидкости и экстрактов из мицелия. Инсектицидную активность оценивали на личинках виковой тли, а антибиотическую активность определяли в отношении бактерий *Bacillus subtilis* и грибов *Alternaria solani* (зона лизиса, мм). Математико-статистический анализ взаимного влияния генотипических и морфолого-культуральных признаков позволил выявить отдельные тенденции.

Наиболее высокий положительный коэффициент парных корреляций – 0,43 – был получен для показателей степени развития воздушного мицелия и скорости роста (диаметр колоний на 7 сутки). Более пушистые штаммы *L. muscarium* росли быстрее, чем штаммы с менее развитым воздушным мицелием. Для быстрорастущих штаммов с развитым воздушным мицелием была выявлена корреляция с антибиотической активностью культуральной жидкости (коэффициент корреляции – 0,4); для этих штаммов обнаружена обратная корреляция с размером спор. Антигрибная активность культуральной жидкости была связана с продуктивностью штамма по конидиям (титр конидий с 1 см<sup>2</sup> колонии на 10-е сутки) ( $r = 0,4$ ), что позволяет предположить, что штам-

мы с высоким уровнем конидиеобразования более активны в отношении грибов. Отрицательная корреляция на уровне –0,39 получена также между антибактериальной активностью культуральной жидкости и инсектицидной активностью экстракта из мицелия. Выявлено еще несколько связей для показателя инсектицидной активности: более пушистые штаммы обладали более высокой инсектицидной активностью культуральной жидкости и меньшей активностью экстракта из мицелия. Кроме того, инсектицидная активность культуральной жидкости положительно коррелировала с размером спор ( $r = 0,36$ ).

Между молекулярным гаплотипом по гену *pad1* и степенью развития воздушного мицелия, а также размерами спор (споровым коэффициентом) выявлены менее тесные связи, указывающие на наличие тенденции ( $r = 0,34$  и –0,23, соответственно). Эти результаты показывают, что сильнопушистые, мелкоспоровые штаммы с большей вероятностью могут относиться к гаплотипу IV (соответствуют гаплотипу D) и, наоборот, штаммы с бархатистой текстурой колоний и крупными спорами могут иметь гаплотип I (C). Штаммы со слабо- и среднепушистыми колониями могут представлять гаплотип A или B. Следует отметить, что полученные коэффициенты корреляции в целом невысокие. Для выявления более тесных связей необходим дальнейший поиск более чувствительных молекулярных маркеров и других значимых морфолого-биохимических показателей.

#### Список литературы

1. Faria M. R., Wraight S. P. Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types // *Biological Control*. 2007. Vol. 43. P. 237–256.
2. Zare R., Gams W. A revision of *Verticillium* section *Prostrata*. IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. // *Nova Hedwigia*. 2001. Vol. 73. P. 1–50.
3. Kouvelis V. N., Sialakouma A., Typas M. A. Mitochondrial gene sequences alone or combined with ITS region sequences provide firm molecular criteria for the classification of *Lecanicillium* species // *Mycological Researches*. 2008. Vol. 112, № 7. P. 829–844.
4. Митина Г. В., Токарев Ю. С., Ули-Мамтила Т. Видовая идентификация штаммов энтомопатогенных грибов рода *Lecanicillium* (= *Verticillium lecanii* s.l.) с помощью молекулярных маркеров // *Евразият. энтомолог. журнал*. 2013. Т. 12 (5). С. 431–437.

G. V. Mitina, A. L. Pervushin,  
A. N. Ignateva, A. A. Chogloikova

All-Russian institute for plant protection, St Petersburg  
e-mail: galmit@rambler.ru

## SPECIES DIVERSITY AND GENETIC POLYMORPHISM OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI FROM GENERA LECANICILLIUM

**Summary.** Among 43 strains of entomopathogenic fungi *Lecanicillium muscarium* there were evaluated the relationships between morphological and biochemical parameters and molecular characteristics (the haplotypes of the mitochondrial gene *nad1*). The correlation coefficients between the molecular haplotype and the degree of the development of an aerial mycelium and spore sizes were low: 0.34 and -0.23, respectively. It was found the higher correlations for some morphological and biochemical parameters: between the degree

of development of aerial mycelium and the growth rate (0.43) and antibiotic activity of cultural filtrate (0.4); between the fungicidal activity of the cultural filtrate and the amount of conidia (0.4); between the antibacterial activity of the cultural filtrate and the insecticidal activity of the extract from fungal mycelium (-0.39). To identify the closer connections it is necessary to search the more sensitive molecular markers and other significant morphological and biochemical parameters.

Л. Г. Михалева

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН  
г. Якутск, Россия  
e-mail: lgmikhailova@rambler.ru

## АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ ТАЛАКАНСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Исследования микобиоты Талаканского нефтегазового месторождения и на смежных территориях проводились автором впервые при полевых работах 2014 г. (сентябрь), в связи с этим мы считаем, что выявлено не более четверти видов грибов, обитающих на данной территории. Кроме того, впервые были выявлены дереворазрушающие грибы, поселяющиеся на *Larix sibirica*.

Микобиота Талаканского нефтегазового месторождения и прилегающей территории довольно разнообразна. Всего выявлено 91 вид из царства Fungi (Mycota) из 2 классов, 16 порядков, 24 семейств. Наиболее представленные по количеству видов семейства: Coriolaceae (13), Fomitopsidaceae (13), Polyporaceae (7), Steccherinaceae (8), Phellinaceae (10), Bjerkanderaceae (5). Остальные семейства, отмеченные в регионе, включают по 1–4 вида. Один вид включен в Красную книгу Республики Саха [3].

Для унификации данных при описании порядков, семейств и родов использована система, принятая в североевропейских странах [9, 10], деление на царства приведено по Л. Маргелису [4], на отделы, классы, подклассы – по Э. Мюллеру и В. Леффлеру [6].

Наибольшее ресурсное значение имеют виды грибов, используемых в официальной медицине – *Inonotus obliquus* (Pers.: Fr.) Pilat (чага), *Fomitopsis officinalis* (Vill.: Fr.) Bondartsev & Singer. (лиственничная губка), а также съедобные грибы, дающие массовые урожаи – масленок (*Suillus luteus* (L.: Fr.) Roussel), подберезовик (*Leccinum scabrum* (Bull.: Fr.) S. F. Gray), подосиновик (*Leccinum aurantiacum* (Bull.) S. F. Gray.), рыжик (*Lactarius deliciosus* (L.: Fr.) S. F. Gray) и груздь (*Lactarius resimus* (Fr.: Fr.) Fr.).

Для изучения лесных биоценозов большое значение имеют дереворазрушающие грибы. Эта группа организмов является первоначальным агентом разрушения древесных остатков,

а в условиях сурового климата Якутии иногда и единственным.

Видовое разнообразие афиллофороидных грибов в лесах, образованных разными видами древесной растительности сильно отличается.

Лиственничники бруснично-багульниковые и багульниковые занимают пологие надпойменные участки, в древостоях обычно примесь березы. Высота лиственницы 17–19 м при диаметре ствола 20–25 см.

Возраст встреченных нами лиственничников выше 120 лет, валеж и сухостой тонкомерный, леса периодически горят.

В лиственничниках отмечается наименьшее разнообразие дереворазрушающих грибов. В основном это 7 наиболее распространенных на хвойных породах видов: *Fomitopsis cajanderi*, *F. pinicola*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Trichaptum fusco-violaceum*, *T. laricinum*, *T. abietinum*, *Antrodia xantha*. На почве в переувлажненном кустарничково-зеленомошном лиственничнике можно собрать *Thelephora terrestris*. Достаточно редко в лесах Якутии на лиственнице можно встретить лиственничную губку (*Fomitopsis officinalis*) – гриб, который является ценным лекарственным сырьем. Плодовые тела этого вида содержат агарциновую кислоту, которая широко применяется в официальной медицине.

Наибольший вред лиственничным насаждениям в Якутии приносит окаймленный трутовик (*Fomitopsis pinicola*). Этот гриб поселяется на живых деревьях, вызывает бурую ядровую гниль, чем сильно снижает товарные качества древесины, но часто не образует плодовые тела, поэтому бывает трудно определяем [1].

Значительные площади на территории исследования занимают ельники из ели сибирской либо лиственничники с примесью ели. Это в основном гилокомиевые, травяно-зеленомошные, на юге – чернично-зеленомошные формации. Нередко в древостоях присутствует береза и кедр, изредка – пихта. Основными патогенами и сапротрофами в ельниках являются, кроме характерных для всех хвойных насаждений Якутии *Fomitopsis cajanderi*, *F. pinicola*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Trichaptum fusco-violaceum*, *T. abietinum*, *Antrodia xantha*, виды, являющиеся индикаторами ненарушенных лесов и характерные только для климаксо-

вых еловых сообществ: *Stereum sanguinolentum*, *Skeletocutis subincarnata*, *Phellinus nigrolimitatus*, *Phellinidium ferrugineofuscus*, *Porodaedalea chrysoloma*, *Porodaedalea pini*. Основными сапротрофами в этих сообществах являются *Fomitopsis cajanderi* и *F. pinicola* [5].

Видовой состав дереворазрушающих грибов в березняках на валеже и сухостое березы и осины в этих лесах весьма богат. Грибы, поражающие вторичные березняки, очень обычны, широко распространены по всему Северному полушарию и характерны для вторичных, расстроенных, активно эксплуатируемых насаждений. Также часто эти виды встречаются на опушках, вдоль дорог, на территории населенных пунктов. На поврежденных пожаром березах часто встречается *Daldinia concentrica*. На исследуемой территории мы нашли «чаговые» березняки, в которых обильно встречается чага – *Inonotus obliquus*. В подобных лесах около 30 % древостоя заселено чагой, при этом запас лекарственного сырья очень высок (до 100 кг/га).

Максимальное разнообразие видов дереворазрушающих грибов зарегистрировано нами на штабелях древесины недалеко от поселка. Здесь почти на каждом бревне встречаются сапротрофы, которые портят качество древесины и создают очаги для переноса гнилей в естественные леса.

Таким образом, рекогносцировочные исследования микобиоты Талаканского нефтегазового месторождения и прилегающей территории выявили 91 вид из царства Fungi (Mycota) из 2 классов, 16 порядков, 24 семейств. Наиболее представленные по количеству видов семейства: Coriolaceae (13), Fomitopsidaceae (13), Polyporaceae (7), Steccherinaceae (8), Phellinaceae (10), Bjerkanderaceae (5). Остальные семейства, отмеченные в регионе, включают по 1–4 вида. 1 вид грибов включен в Красную книгу Республики Саха [3].

Редкие виды грибов

*Ramaria suecica* (Fr.: Fr.) Donk из сем. Ramariaceae – статус IIIв, редкий вид. Встречается на почве в хвойных, реже в смешанных лесах в августе, не ежегодно, в августе. На территории Якутии отмечен в Алданском, Нерюнгринском и Олекминском улусах, в окрестностях г. Якутска. Внесен в Красную книгу Республики Саха [3].

Это новая точка ареала данного вида.

Кроме того, здесь возможно нахождение еще как минимум 5 видов редких грибов.

Ресурсы пищевых и лекарственных грибов.

По литературным данным [7, 8, 11] и по фондовым материалам, нами выявлено, что на территории Ленского и Витимского районов произрастает целый ряд лекарственных и пищевых грибов, из которых наиболее ценными, имеющими ресурсное значение, являются чага (*Inonotus obliquus*), лиственничная губка (*Fomitopsis officinalis*), а также съедобные грибы, дающие массовые урожаи – масленок (*Suillus luteus*), масленок лиственничный (*Suillus grevil-*

*lei*), подберезовик (*Leccinum scabrum*), рыжик (*Lactarius deliciosus*) и груздь (*Lactarius resimus*).

В зоне влияния Талаканского месторождения встречаются «чаговые» березняки, в которых обильно встречается чага – *Inonotus obliquus*. В подобных лесах около 30 % древостоя заселено чагой, при этом запас лекарственного сырья очень высок (до 150 кг/га) [2].

Лиственничная губка (*Fomitopsis officinalis*) – гриб, который является ценным лекарственным сырьем. Плодовые тела этого вида содержат агарциновую кислоту, которая широко применяется в официальной медицине. Средний запас составляет 1,23 кг/га [2].

### Список литературы

1. Аверенский А. И., Михалева Л. Г. Вредители и болезни лесов Якутии: Учебное пособие. Якутск, 2000. 32 с.
2. Атлас лекарственных растений Якутии : в 2-х т. Т. 1. Якутск, 2003. 194 с.
3. Красная книга Республики Саха (Якутия): редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Т. 1. Якутск, 2000. 256 с.
4. Маргелис Л. Роль симбиоза в эволюции клетки. М., 1983. 352 с.
5. Мухин В. А., Михалева Л. Г., Ушакова Н. В. Распространение *Fomitopsis cajanderi* (P.Karst) Kotlaba et Rouzgar на Урале и в Азиатской части России // Труды Ин-та биоресурсов и прикладной экологии. Вып. 4. Оренбург, 2004. С. 19–25.
6. Мюллер Э., Леффлер В. Микология. М., 1995. 343 с.
7. Разнообразие растительного мира Якутии // Л. В. Кузнецова, В. И. Захарова, Михалева Л. Г. и др. / под ред. Н. С. Даниловой. Новосибирск, 2005. 328 с.
8. Флора Якутии: географический и экологический аспекты // Л. В. Кузнецова, В. И. Захарова, Михалева Л. Г. и др. / отв. ред. А. А. Егорова. Новосибирск, 2010. 192 с.
9. Nordic macromycetes. Vol. 2: Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales (eds. L. Hansen and H. Knudsen). Copenhagen, 1992. 473 p.
10. Nordic macromycetes. Vol. 3: heterobasidioid, aphyllorphoroid and gasteromycetoid Basidiomycetes (eds. L. Hansen and H. Knudsen). Copenhagen, 1997. 445 p.
11. The Far North: Plant biodiversity and Ecology of Yakutia // А. П. Исаев, Л. В. Кузнецова, Е. И. Иванова, Л. Г. Михалева и др. Plant and Vegetation 3. Springer Science+Business Media B.V., 2010. 390 p.

L. G. Mikhaleva

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS,  
Yakutsk  
e-mail: lgmikhailova@rambler.ru

### APHYLLOPHOROID FUNGI OF TALAKAN PETRO-GAS DEPOSIT

**Summary.** The first research of Talakan petro-gas deposit mycobiota has been made by the author in September, 2014. In total 91 species from 2 classes, 16 orders, 24 families are found. Richest families are: Coriolaceae (13), Fomitopsidaceae (13),

Polyporaceae (7), Steccherinaceae (8), Phellinaceae (10), Bjerkanderaceae (5). Other families marked in region, include 1-4 species only. 1 species is included in Red book Date of the Sakha Republic.

## О НОВЫХ НАХОДКАХ РЕДКИХ ВИДОВ ГРИБОВ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Постоянно идущие процессы антропогенной трансформации лесных пространств приводят к изменению и обеднению количественного состава биоты или полному исчезновению отдельных видов живых организмов и их сообществ. В связи с этим необходима активизация работ по изучению и сохранению животных, растений и грибов. Охране животных и растений, как правило, уделяется более пристальное внимание, чем грибам, многие виды макромицетов могут быть безвозвратно утеряны, не будучи даже выявленными на отдельно взятых территориях.

В данной статье обобщены и проанализированы результаты наших исследований макромицетов, начатых в 1998 г. в Нижнеудинском районе Иркутской области в окрестностях ныне несуществующего поселка Игнит [11]. Экспедиционным маршрутным методом на протяжении ряда лет была обследована часть севера Иркутской области, так называемые белые пятна. Исследования проводили и на особо охраняемых природных территориях регионального значения. Экспедиции проходили, главным образом, в августе-сентябре во время массового роста многих видов макромицетов. В результате были отмечены новые местонахождения видов, занесенных в Красные книги разного уровня, а некоторые из макромицетов впервые отмечены на территории Иркутской области и, на наш взгляд, являются редкими [4–8].

Имеется новая информация о виде внесенном во многие региональные красные книги *Hericium clathroides* (Fr.) Pers. = *H. coralloides* (Scop.) Pers. (ежовик коралловидный); достоверные находки в окрестностях поселка Игнит [10], в северной части Усть-Кутского района [6], в заказнике Кадинский в лесном квартале № 17 [4], в заказнике Туколонь (лесной квартал № 151 Туколоньской дачи Карамского участкового лесничества Казачинско-Ленского лесничества, координаты N 55°24.999', E 107°40.228' (находка А. И. Поваринцева). А. И. Поваринце-

вым 05.09.14 в лесном квартале № 27 Кочергатской дачи Большоголоустненского участкового лесничества Голоустненского лесничества на правом берегу руч. Верхний Кочергат найдены две группы карпофоров *Phallus impudicus* L. Pers. (веселка обыкновенная). Координаты N 52°07.562', E 105°11.492' (7 карпофоров), N 52°07.554', E 105°11.444' (15 карпофоров). В последней редакции Красной книги Иркутской области (2010) этот вид отмечен лишь в Слюдянском районе в предгорьях хр. Хамар-Дабана (реки Снежная, Солзан). *Lepiota lignicola* Karst (лепиота древесинная) в 2000 г. отмечена нами в окрестностях поселка Игнит [10]. *Cortinarius violaceus* (L.) Gray (паутинник фиолетовый) в 2002 г. обнаружен в Усть-Илимском районе, в окрестностях п. Подъяеланка [8], и в 2013 г. в Тулунском районе недалеко от кордона Кирейского заказника (правый берег р. Кирей, находка М. С. Поляковой, координаты: N 53°55'57", E 100°24'37"). *Leccinum percandidum* (Vassilkov) Watling (подосиновик белый) отмечен в окрестностях поселка Игнит [11], 17.08.2014 в заказнике «Бойские болота» (находка В. В. Попова). Имеются многочисленные находки *Clavariadelphus pistillaris* Donk (рогатик пестиковый) [4–8].

Согласно нашим исследованиям по распространению макромицетов в Иркутской области к редким видам, требующим особого внимания, относятся также:

– *Gomphus clavatus* (Pers.) Gray. (гомфус булавовидный, свиное ухо). Отмечен двумя скученными группами 22.08.2014 недалеко от нижнего кордона заказника Туколонь по р. Киренга в сосняке разнотравном. Координаты: N 55°38.753', E 107°36.996'. Занесен в Красные книги Красноярского края, Калининградской, Кемеровской, Тульской областей, Карелии, Югры. Относится к видам Бернской конвенции.

– *Hericium cirrhatum* (Pers.) Nikol. (геридий усиковый). Отмечен на сухостойной осине [4], на высоте 1,2 м в Куйтунском районе (Кадинский заказник, находка М. С. Поляковой, об-

разец определен Т. А. Пензиной). Координаты: N 54°43'50.556", E 101°17' 7.296". Внесен в региональные Красные книги Санкт-Петербурга, Амурской, Ленинградской, Липецкой областей, Красноярского края, Коми, Удмуртии, Югры.

– *Pluteusfenzlii* (Schulzer) Corriol & P.-A. Moreau (плотей Фензла). Единичные экземпляры этого вида найдены на севере Иркутской области в Катангском [6], Качугском (N 53°34'508; E 105°12'203) [4] и Казачинско-Ленском районах (N 55°22.860', E 107°41.460'), дата сбора – 18.08.14. Гербарный образец из Катангского района определен Переведенцевой Л. Г. Вид внесен в региональные Красные книги Удмуртии, Хакасии, Югры.

– *Pseudohydnum gelatinosum* (Scop.) P. Karst. (псевдоежовик студенистый). Вид внесен в Красные книги Красноярского края, Калужской и Тверской областей. В Иркутской области найден в Усть-Кутском районе на 18-м км трассы Усть-Кут – Магистральный, левый берег р. Лена. Образец определен Н. П. Кутафьевой [6].

– *Spongipellis spumeus* (Sowerby: Fr.) Pat. = *Sarcodontia spumea* (Sowerby) Spirin (саркодония пенообразная, спонгипеллис пенообразный), только в одном месте два карпофора на стволе старого, еще живого тополя душистого на берегу р. Киренга (в 2,3 км от верхнего кордона заказника Туколонь). Образец определен Т. А. Пензиной. Вид внесен в Красные книги Югры, Тюменской, Челябинской и Оренбургской областей.

В охране микобиоты Иркутской области определенную роль играют особо охраняемые природные территории (ООПТ). В настоящее время в регионе существуют ООПТ следующих категорий: два государственных природных заповедника, два заказника федерального значения, один национальный парк, двенадцать заказников регионального значения, один ботанический сад, а также многочисленные памятники природы. Некоторые ООПТ входят в Байкальский объект Всемирного природного наследия. Общая площадь особо охраняемых территорий составляет чуть более 3 % от площади Иркутской области. Рассматривается вопрос о создании новых государственных природных заказников регионального значения [2].

Красная книга Иркутской области составлена в целом на основе анализа сведений о рас-

пространении макромицетов, проведенных на хорошо изученной, но ограниченной территории Прибайкалья [12, 13], частично изученной микобиоты Витимского заповедника [3], а также некоторых малоисследованных участков, не относящихся к ООПТ [1]. Остальная часть Иркутской области является почти неисследованной и содержит большие белые пятна [10, 11]. Так, полностью отсутствуют сведения о микобиоте федеральных заказников (Тофаларский и Красный Яр), в какой-то степени изучена территория Байкало-Ленского государственного природного заповедника [9], малоизученными являются северные районы. В связи с этим Красная книга не может содержать полных сведений о составе, распространении, динамике численности и экологических особенностях редких видов макромицетов в масштабе всей области.

Для сохранения редких видов макромицетов в рамках общей концепции сохранения биоразнообразия Иркутской области в дальнейшем необходима редакция официального списка редких видов на основе расширения географии исследований по микобиоте региона. В ходе инвентаризации биоразнообразия заказников регионального значения «Кочергатский» и «Туколонь» в 2014 г. нами получены дополнительные, приведенные выше сведения по разнообразию микобиоты Иркутской области. Следует также критически проанализировать сведения о макромицетах, содержащиеся в научных отчетах по инвентаризации биоразнообразия заказников областного значения, выполненных по государственным контрактам с 2012 по 2014 гг.

На наш взгляд представленная в настоящей статье информация имеет существенное значение при составлении следующего издания Красной книги Иркутской области, а также списка редких видов макромицетов, нуждающихся в особом внимании. Более полная информация о разнообразии макромицетов в регионе, выявление редких видов, ареалов и закономерностей их распространения поможет правильной организации охраны лесных участков – их местообитаний за пределами ООПТ.

Специальная комиссия по ведению Красной книги ведет работу в соответствии с законом Иркутской области 30-ОЗ «О Красной



книге Иркутской области» и рассматривает предложения о занесении в Красную книгу того или иного объекта животного и растительного мира, которые направляются юридическими или физическими лицами. В связи с этим в Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области от Иркутского государственного аграрного университета было направлено письмо (вх. № 8646/4 от 21.11.2014), касающееся информации о находках новых, в

том числе редких для региона видов. Гербарные образцы этих находок хранятся в настоящее время в ИрГАУ, СИФиБР СО РАН (г. Иркутск) и ИЛиД им. Сукачева СО РАН (г. Красноярск). Имеются также качественные фотографии, даты и координаты их находок, записанные спутниковым навигатором. Надеемся, что на заседании комиссии будет учтена наша научная статья.

### Список литературы

1. Астапенко В. В., Кутафьева Н. П. Дополнение к флоре макромицетов Среднего Приангарья // Новости сист. низш. раст. 1990. Т. 27. С. 48–52.
2. Атлас особо охраняемых природных территорий Сибирского федерального округа / Т. П. Калихман и др. Иркутск: Оттиск, 2012. 384 с.
3. Биота Витимского заповедника : флора / Л. В. Бардунов и др. Новосибирск: Гео, 2005. 208 с.
4. Музыка С. М. К вопросу о микобиоте государственного природного заказника регионального значения «Кадинский» / С. М. Музыка, В. А. Музыка // Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии», посвящ. 80-летию образования ИрГСХА. Секция «Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов». Иркутск: ИрГСХА, 2014. С. 276–285.
5. Музыка С. М. К вопросу об изучении ксилотрофной микобиоты в ООПТ Иркутской области // Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов : материалы междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения проф. В. Н. Скалона. Иркутск: ИГСХА. С. 353–358.
6. Музыка С. М. Макроскопические грибы в мониторинге окружающей среды северных районов Иркутской области // Хвойные бореальной зоны. 2009. № 1. С. 126–131.
7. Музыка С. М., Переведенцева Л. Г., Пензина Т. А. Микобиота междуречья Чоны и Вакунайки как индикатор санитарного состояния экосистем // Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию факультета охотоведения им. проф. В. Н. Скалона. Иркутск: ИрГСХА. С. 237–242.
8. Музыка С. М. Шляпочные грибы Усть-Илимского района Иркутской области // Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск: ИрГСХА, 2005. С. 567–773.
9. Пензина Т. А. Грибы Байкало-Ленского заповедника. 1. Среднегорья и байкальские берега // Труды Байкало-Ленск. гос. природ. зап. Вып. 1. М.: Инкомбук, 1998. С. 28–32.
10. Петров А. Н., Музыка С. М. К флоре макромицетов Нижнеудинского района Иркутской области // Биоразнообразии байкальского региона. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2001. С. 81–86.
11. Петров А. Н., Музыка С. М. К флоре макромицетов Нижнеудинского района Иркутской обл. // Проблемы экологии, биоразнообразия и охраны природных экосистем Прибайкалья. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000. С. 172–176.
12. Петров А. Н. Конспект флоры макромицетов Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1991. 73 с.
13. Споровые растения Прибайкальского национального парка / ред. Т. В. Макрый и др. Новосибирск: Гео, 2008. 368 с.

S. M. Muzyka, V. A. Muzyka

Irkutsk State Agrarian University, Irkutsk  
e-mail: ignitmuz@gmail.com

### ON NEW FINDINGS OF RARE MACROMYCETES IN IRKUTSK REGION

**Summary.** The paper provides information on rare species of macromycetes found in the parts of Irkutsk Oblast that were not explored before. Five species are new for the region, their findings are

few or sporadic. It is suggested that some of the species can be added into the next edition of the Red List of Irkutsk Oblast.

С. М. Музыка<sup>1</sup>, Т. А. Пензина<sup>2</sup>,  
М. С. Полякова<sup>2</sup>, В. А. Музыка<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутская государственная  
сельскохозяйственная академия  
г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский институт физиологии  
и биохимии растений СО РАН  
г. Иркутск, Россия  
e-mail: ignitmuz@mail.ru

## РЕДКИЕ ВИДЫ ГРИБОВ-КСИЛОТРОФОВ АНГАРО-ЛЕНСКОГО ПЛАТО ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследователи региональных микобиот бореальной зоны к «редким» относят свыше 50 % видового состава грибов. Так, в различных странах Европейского Союза в Списках редких и подлежащих охране видов насчитывается 500 и более видов грибов. В Красную книгу Иркутской области внесено всего 25 видов грибов, из них 15 видов ксилотрофов. Для обширной территории, включающей разнообразные природно-климатические условия и ландшафты, такое количество явно не отвечает реальной ситуации и требует дальнейшего изучения микобиоты. Нами обследованы территории трех заказников Иркутской области: Кадинский, Кочергатский и Туколонь. Большинство редких видов можно отнести ко второй категории, т. е. реликтовые виды различного происхождения – *Polyporus alveolaris*, *P. badius* и *P. squamosus*, *Trametes ljubarskyi*, *Lenzites warnieri*, *Hapalopilus salmonicolor*, *Spongipellis spumeus*, *Trametes cervina*, *Tyromyces kmetii*, реликты перигляциальных областей конца плейстоцена – *Datronia scutellata*, *Tectella patellaris* и *Skeletocutis lilacina*. В эту категорию редких попадает еще 10 видов, относимых к горно-таежным видам – представителям древних хвойно-широколиственных горных лесов времен становления темнохвойной тайги. Причины редкой встречаемости могут быть связаны с невыясненными пока особен-

ностями биологии видов: *Amylocystis lapponica*, *Antrodiella parasitica*, *Climacocystis borealis*, *Haploporus odoratus*, *Ichnoderma resinotum*, *Leptoporus mollis*, *Oligoporus placentus*, *Skeletocutis odora*. Один из видов – *Hericium coralloides*, занесен в различные охранные списки, хотя его нельзя назвать редким для Иркутской области.

Местообитания большинства перечисленных редких видов трутовых грибов находятся в заказниках на охраняемых территориях Иркутской области. Однако заказники являются открытыми территориями для посещения туристов. Особенность ксилотрофных макромицетов такова, что они могут быть уничтожены без видимого нарушения окружающего биотопа. Так, древесина, ежегодно выносимая весенними паводками, часто является местообитанием целого комплекса редких видов дереворазрушающих грибов, следовательно, охранным объектом может являться место сосредоточения таких локусов. Необходима организация памятников природы с включением микологического обоснования, а также микологических микрозаказников. В качестве основных охранных мер на территории микологического микрозаказника должно быть категорически запрещено разводить костры, выносить и уничтожать любым способом древесные остатки.

C. M. Muzikha<sup>1</sup>, T. A. Penzina<sup>2</sup>,  
M. S. Polyakova<sup>2</sup>, V. A. Muzikha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Agrarian University, Irkutsk

<sup>2</sup>Siberian Institute of Physiology and Biochemistry of Plants SB  
RAS, Irkutsk

e-mail: ignitmuz@mail.ru

## RARE TYPES OF WOOD-DESTROYING MUSHROOMS ANGARA-LENA PLATEAU OF IRKUTSK AREA RESERVES

**Summary.** The wood-destroying mushrooms of vast territories of three reserves of the Irkutsk area were studied. Locations and features of bio-

logy are educed more than 20 rare wood-destroying mushrooms.

**В. А. Мухин**

Уральский федеральный университет

г. Екатеринбург, Россия

e-mail: victor.mukhin@urfu.ru

## ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ – СОВРЕМЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА\*

Несмотря на более чем столетнюю историю изучения дереворазрушающих грибов, четкого и однозначного понимания, что же это за группа организмов, нет. В узком смысле к ним относят грибы, питание которых основывается на прямом ферментном расщеплении лигноцеллюлозного комплекса древесины, т. е. собственно ксилотрофные (питающиеся древесиной) организмы. В широком смысле к дереворазрушающим грибам относят все грибы, развивающиеся на древесных субстратах безотносительно к возможности их использования в качестве трофического ресурса. В результате этого имеет место смешение двух разных понятий: ксилобионты – грибы, населяющие древесные остатки, но не обязательно их трофически использующие, и ксилотрофы, или собственно дереворазрушающие грибы, для которых питание древесиной – единственный или основной способ существования. Таким образом, ксилотрофы – это только часть ксилобионтных грибов, но именно они стоят в начале детритной пищевой цепи, основывающейся на биологическом разложении древесных остатков, или дэбриса, и тем самым обеспечивают существование сообществ ксилобионтных организмов.

Способность к питанию за счет прямого ферментативного расщепления лигноцеллюлозного комплекса древесины – это уникальная экологическая особенность дереворазрушающих грибов, делающая их, пожалуй, единственной в современной биосфере группой организмов, способных к биологическому разложению древесины. Это сравнительно небольшая по таксономическому разнообразию экологическая группа грибов: 900–1700 видов преимущественно афиллофороидных (57–75 %) и агарикоидных (23–37 %) грибов [7, 14]. Все они относятся к отделу Basidiomycota, подотделу Agaricomycotina и отсюда их широко распространенное общее название – базидиальные дереворазрушающие или базидиальные ксилотрофные грибы.

Для XIX и большей части XX в. характерны фитопатологические представления о вредности дереворазрушающих грибов, которые поражают живые деревья, развиваются на срубленных и заготовленных лесоматериалах и наносят огромный экономический ущерб. С экологической точки зрения, их, как и в целом сапрофитных по терминологии того времени грибов, рассматривали «как весьма полезные организмы, которые играют роль санитаров,

очищают планету от избытка мертвых тел и довершают круговорот углерода» [13, с. 151]. Как минерализаторов древесных остатков и санитаров леса рассматривал А. С. Бондарцев [1] и сапрофитные трутовые грибы. Такого рода взгляды, представления просуществовали до XXI в., а их изменение было инициировано, казалось бы, далекой от микологии проблемой климатических изменений и парниковых газов:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и др. Это потребовало изучения природных пулов и потоков углерода, и прежде всего в лесах, являющихся крупнейшими поглотителями атмосферного диоксида углерода (около половины всего  $\text{C}-\text{CO}_2$ , ассимилируемого наземной растительностью) и, соответственно, резервуарами биологически связанного углерода [5].

По выражению Г. А. Заварзина [3], леса являются древесно-мицелиальными биоценозами, углеродный цикл которых основывается на сочетании двух процессов: 1) фотовосстановительная конверсия атмосферного  $\text{C}-\text{CO}_2$  в органическую форму и его накопление в древесном пуле; 2) окислительная конверсия органического углерода древесного пула в  $\text{C}-\text{CO}_2$ , поступающего в атмосферный обменный пул. Первый из названных процессов связан с жизнедеятельностью древесных растений, а второй – с жизнедеятельностью дереворазрушающих грибов. Это разнонаправленные, но близкие по масштабам процессы. Ежегодно в лесных экосистемах России депонируется 240–270 Мт углерода и примерно такой же объем (255 Мт) поступает в цепи разложения с древесным дебрисом, при разложении которого в атмосферу эмитируется 213 Мт  $\text{C}-\text{CO}_2$ . Согласно имеющимся оценкам, древесный дебрис – это второй после почвы по значимости природный источник  $\text{CO}_2$  в России [4–6].

При микогенном разложении около 80 % углерода древесного дебриса конвертируется грибами непосредственно в  $\text{CO}_2$  [12]. Какая-то небольшая его часть эмитируется в атмосферу в виде метана – активного парникового газа, продуцируемого либо самими грибами [15], либо ассоциированными с ними метаногенными археями [8]. Природа данного явления, масштабы, факторы и значение в углеродном цикле лесных экосистем требуют дальнейшего изучения.  $\text{CO}_2$ -эмиссионная активность грибов име-

ет ярко выраженную климатическую зависимость: возрастает почти вдвое при повышении температуры на каждые 10 °С и относительной влажности на 10 % до достижения максимума при 30–35 °С и 55–70 %. Положительная связь между  $\text{CO}_2$ -эмиссионной активностью, влажностью и степенью деструкции дебриса придают его микогенному разложению характер контролируемого грибами самоускоряющегося процесса, стабилизирующегося лишь по достижению им максимального уровня. Это делает возвратную часть углеродного цикла лесных экосистем чувствительной к климатическим изменениям.

Дереворазрушающие базидиомицеты не только конвертируют органический углерод древесного пула в неорганические формы, но и фракционируют его стабильные изотопы. Учитывая огромные массы ежегодно перерабатываемого ксилотрофными грибами органического вещества, это приводит к ряду важных экологических результатов – к накоплению тяжелого изотопа углерода в почвенном пуле, а легкого – в атмосферном. По своим результатам фракционирование изотопов углерода грибами альтернативно их фракционированию при фотосинтезе и, видимо, стабилизирует изотопный состав атмосферного углерода [9, 10].

Древесный пул лесных экосистем не только крупнейший наземный резервуар биологически связанного углерода, но и других биогенных элементов. В частности, если исходить из соотношения углерода и азота в древесине 500:1 [2], то запасы азота в древесном пуле России, объем которого в углеродном эквиваленте оценивается в 35 Гт [6], составляют порядка 70 Мт. Это делает его вторым по значимости после почвы резервуаром длительного депонирования азота в лесных экосистемах. Мобилизация азота древесного пула происходит при микогенном разложении древесного дебриса, т. е. при участии дереворазрушающих грибов. Результаты изотопного анализа показывают, что для ксилотрофных базидиомицетов можно предполагать закрытый характер азотного обмена [9, 11] и это делает их своего рода геохимическими ловушками, предотвращающими вынос данного элемента из лесных экосистем. Однако, скорее всего, этим роль дереворазрушающих грибов в

азотном цикле лесных экосистем не ограничивается. Так, остаются невыясненными их связи с миктобионтными водорослями, в составе которых присутствуют азотфиксирующие цианобактерии, что позволяет предполагать, что миктобионтные водоросли могут быть дополнительным для дереворазрушающих грибов источником не только углеродного, но и азотного питания. Положительное решение данного вопроса будет означать, что при микогенном разложении древесного дебриса азот не только не теряется, но даже увеличивается за счет азотфиксирующих симбионтов грибов.

Уже это далеко не полное перечисление «до-стоинств» дереворазрушающих грибов говорит

об исключительно важной, во многом уникальной их роли в циклах основных биогенов, являющихся ключевыми для понимания эволюции и современного состояния биосферы. Это и определяет современную экологическую парадигму относительно места и роли дереворазрушающих грибов в лесных экосистемах и в биосфере в целом: уникальная, биосферно значимая группа организмов, жизнедеятельность которых, наряду с жизнедеятельностью древесных растений, лежит в основе углеродного цикла, сопряженных с ним циклов других биогенных элементов и самого существования лесных экосистем.

### Список литературы

1. Бондарцев А. С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 1106.
2. Ванин С. И. Древесиноведение. Л.: Гослестехиздат, 1934. 548 с.
3. Заварзин Г. А. Углеродный баланс России // Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий: проблема Киотского протокола : материалы Совета-семинара при президенте РАН / под ред. Ю. А. Израэля. М., 2006. С. 134–151.
4. Замолодчиков Д. Г., Грабовский В. И., Курц В. А. Влияние объемов лесопользования на углеродный баланс лесов России: прогнозный анализ по модели CBM-CFS3 // Труды Санкт-Петербург. науч.-исслед. ин-та лесного хозяйства. 2014. № 1. С. 5–18.
5. Исаев А. С., Коровин Г. Н. Леса России и Киотский протокол // Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий: проблема Киотского протокола : материалы Совета-семинара при президенте РАН / под ред. Ю. А. Израэля. М., 2006. С. 287–305.
6. Кудеяров В. Н., Заварзин Г. А., Благодатский С. А. и др. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / отв. ред. Г. А. Заварзин. М.: Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН, 2007. 315 с.
7. Мухин В. А. Структура флоры базидиальных дереворазрушающих грибов евразийской части Голарктики (СССР) // Микология и фитопатология. 1978. Т. 12, вып. 1. С. 55–60.
8. Мухин В. А., Воронин П. Ю. Метаногенез, сопровождающий разложение древесины трутовыми грибами // ДАН. 2007. Т. 413, № 6. С. 848–849.
9. Мухин В. А., Воронин П. Ю., Веливецкая Т. А. и др. Фракционирование стабильных изотопов азота и углерода в ходе окислительной конверсии органического вещества древесного пула лесных экосистем // ДАН. 2013. Т. 453, № 3. С. 352–353.
10. Мухин В. А., Воронин П. Ю., Веливецкая Т. А., Игнатьев А. В. Соотношение стабильных изотопов углерода в дереворазрушающих грибах и разрушаемых ими древесных субстратах // Экология. 2014. № 1. С. 14–21.
11. Мухин В. А., Воронин П. Ю., Веливецкая Т. А., Игнатьев А. В. Соотношение стабильных изотопов азота в древесных субстратах и дереворазрушающих грибах в лесных экосистемах Западной Сибири // Экология. 2014. № 6. С. 469–476.
12. Степанова Н. Т., Мухин В. А. Основы экологии дереворазрушающих грибов. М.: Наука, 1979. 100 с.
13. Ячевский А. А. Основы микологии. М.–Л.: Гос. изд-во колхозной и совхозной литературы, 1933. 1036 с.
14. Gilbertson R. L. Wood-rotting fungi of North America // Mycologia. 1980. V. 72, № 1. P. 1–54.
15. Lenhart K., Bunge M., Ratering S., et al. Evidence for methane production by saprotrophic fungi // Nature Communications. 2012. Vol. 3. Article number 1046. DOI: 10.1038/ncomms2049.

## WOOD-DECAYING FUNGI – THE MODERN ECOLOGICAL PARADIGM

**Summary.** Being discussed the modern ecological paradigm on the place and role of wood-decaying fungi in forest ecosystems and the biosphere as a whole. According to her, it is the unique, biosphere-significant group of organisms whose life activity as and the life activity of woody plants, is

the necessary condition for the existence of forest ecosystems. It replaced the previously existing ecological paradigm considered wood-decaying fungi only as an unwanted, deleterious component of a forest causing enormous economic damage

Е. Э. Мучник

Институт лесоведения РАН  
Московская обл., с. Успенское, Россия  
e-mail: eugenia@lichenfield.com

## ЛИШАЙНИКИ КАК ИНДИКАТОРЫ БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ\*

Изучение биоразнообразия подчинено решению таких задач, как нахождение способов его сохранения и, в первую очередь, предотвращение исчезновения редких видов, поддержание в глобальном масштабе еще сохранившихся и нормально функционирующих естественных экосистем [7]. Прилагаются значительные усилия в данных направлениях, разработано множество подходов и концепций как на таксономическом уровне (Красные книги и Красные списки видов, находящихся под угрозой исчезновения), так и на уровне территорий или сообществ: сети особо охраняемых природных территорий различного ранга, экологические каркасы регионов и мн. др.

Ранее [2] нами сделан обзор некоторых природоохранных концепций, где обсуждались достоинства и ограничения нескольких концепций и методик выделения: «лесных ключевых биотопов», «девственных» или «малонарушенных лесных территорий», «лесов высокой природоохранной ценности», «биологически ценных лесов», «ключевых ботанических территорий» и «территорий высокой природоохранной ценности». Здесь же предлагались подходы к разработке новой природоохранной концеп-

ции территориального уровня: «биологически ценных ландшафтов» или «ландшафтов высокой биологической ценности», особенно перспективной, на наш взгляд, для регионов с недостаточной репрезентативностью сети особо охраняемых природных территорий, высоким уровнем антропогенной трансформации и фрагментации природных ландшафтов.

Согласно анализу [5], в большинстве российских регионов, расположенных в зонах южнотаежных, хвойно-широколиственных и широколиственных лесов, лесостепной, степной и пустынной зонах происходит фрагментация природного каркаса, в ряде случаев приводящая к утрате качественной полноценности биоты. Следовательно, для регионов Центральной России (понимаемой в пределах Центрального федерального округа), разработка концепции «биологически ценных ландшафтов» достаточно перспективна. При этом комплекс критериев для выделения биологически ценных ландшафтов, безусловно, нуждается в широком обсуждении. Несомненно, в первую очередь, должны учитываться уровень антропогенной трансформации, показатели биоразнообразия (видового, популяционно-генетического, це-

нотического), наличие редких (включенных в Красные книги различных уровней, списки в приложениях международных конвенций) и индикаторных видов разных систематических групп.

На основании многолетних лишенологических исследований в Центральной России, а также анализа фондовых (литературных и гербарных) материалов нами предпринята попытка выявления индикаторных видов лишайников для участков «биологически ценных ландшафтов», характерных для разных природных зон (или подзон). Определение границ зон и подзон проводилось согласно разработанной нами [3] схеме природных зон Центральной России с детализацией границ субъектов Федерации и границ особо охраняемых природных территорий федерального подчинения, с изменениями, вызванными учетом последних данных о ботанико-географическом районировании российской части бассейна Верхнего Днепра [4].

Критерии, предлагаемые для выделения индикаторного вида, в данном случае несколько иные, нежели при выявлении таковых для «биологически ценных лесов» [1]. В частности, нет необходимости в выделении «специализированных» видов как отдельной категории. Индикаторными считаются виды, имеющие высокие требования к условиям местообитания (стенотопные) и приуроченные исключительно к старовозрастным и/или сравнительно малонарушенным лесным и болотным сообществам, старым паркам, наиболее сохранившимся участкам степных и остепненных местообитаний. К индикаторным следует относить и виды, произрастающие в рассматриваемой зоне на границе своих ареалов, поскольку в таких случаях экологическая ниша вида автоматически сужается. Среди видов, обитающих на выходах горных пород, индикаторными будут считаться облигатные эпилиты, приуроченные в основном к естественным каменистым субстратам и редкие для природной зоны, где проводится выделение таких видов.

Критерии редкости каких-либо видов для каждой зоны должны рассматриваться отдельно и могут варьировать в зависимости от площади зоны и степени изученности зональной лишенобиоты. Если участок ландшафта содер-

жит 5 или более индикаторных видов, его следует признать «биологически ценным» и предпринять специальные меры для охраны этого участка. Отметим, что «ландшафтный подход» может осуществляться на разных уровнях (от более крупных до самых мелких выделов, вплоть до типов урочищ), где могут быть свои индикаторные виды. Однако здесь мы пока рассматриваем только крупные зональные выделы (до подзоны) и типы сообществ без дробного разделения их, например, по приуроченности к рельефу (не выделяются нагорные, водораздельные и пойменные леса, водораздельные или склоновые петрофитно-кальцефитные степные сообщества и др.).

Например, для подзоны широколиственных лесов, имеющей сравнительно небольшую площадь в Центральной России, мы считаем редкими виды, отмеченные не более чем в 10 местонахождениях. Анализ списка лишенобиоты указанной подзоны позволяет выделить индикаторные виды для нескольких типов как зональных, так и интразональных растительных сообществ. В качестве примера приводим индикаторные виды для некоторых типов сообществ (использована номенклатура, в основном сводки «Список лишенофлоры России» [6]).

Для участков биологически ценных зональных широколиственных лесов и старых парков: *Acrocordia gemmata* (Ach.) A. Massal.; *Alyxoria varia* (Pers.) Ertz et Tehler; *Anisomeridium biforme* (Borrer) R. C. Harris; *A. polypori* (Ellis et Everh.) M. E. Barr.; *Arthonia atra* (Pers.) Schneid.; *A. byssacea* (Weigel) Almq.; *A. helvola* (Nyl.) Nyl.; *Bacidia rubella* (Hoffm.) A. Massal.; *B. polychroa* (Th. Fr.) Körb.; *Biatoridium monasteriense* J. Lahm. ex Körb.; *Calicium glaucellum* Ach.; *C. salicinum* Pers.; *C. viride* Pers.; *Caloplaca flavorubescens* (Huds.) Laundon; *Catinaria atropurpurea* (Schaer.) Vězda et Poelt; *Chaenotheca brunneola* (Ach.) Müll. Arg.; *Ch. chrysocephala* (Turner ex Ach.) Th. Fr.; *Ch. phaeocephala* (Turner) Th. Fr.; *Ch. stemonea* (Ach.) Müll. Arg.; *Chaenothecopsis pusilla* (Ach.) A. Schmidt; *Ch. pusiola* (Ach.) Vain.; *Ch. rubescens* Vain.; *Ch. savonica* (Räsänen) Tibell; *Chrysothrix candelaris* (L.) J. R. Laundon; *Cladonia parasitica* (Hoffm.) Hoffm.; *Coenogonium pineti* (Ach.) Lücking et Lumbsch; *Eopyrenula leucoplaca* (Wallr.) R. S. Harris; *Flavoparmelia caperata* (L.)

Hale; *Lecanora thysanophora* R. C. Harris; *Melanelixia glabra* (Schaer.) O. Blanco et al.; *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al.; *Pachyphyale fagicola* (Hepp) Zwackh; *Parmelina carporrhizans* (Taylor) Hale; *P. tiliacea* (Hoffm.) Hale; *Peltigera neopolydactyla* (Gyeln.) Gyeln.; *Pertusaria albescens* (Huds) M. Choisy; *P. amara* (Ach.) Nyl.; *P. coccodes* (Ach.) Nyl.; *P. opthalmiza* (Nyl.) Nyl.; *Physcia alnophila* (Vain.) Loht. et al; *Ph. dimidiata* (Arnold) Nyl.; *Physconia perisidiosa* (Erichsen) Moberg; *Ramalina baltica* Lettau; *R. dilacerata* (Hoffm.) Hoffm.; *R. fraxinea* (L.) Ach.; *Sclerophora pallida* (Pers.) V. J. Jao et Spooner.

Для участков интразональных сосновых (в т. ч. смешанных, с большим участием сосны) лесов, а также сфагновых болот с сосной и/или березой: *Absconditella lignicola* Vězda et Pisut; *Baeomyces rufus* (Huds.) Rebent; *Biatora albohyalina* (Nyl.) Bagl. et Carestia; *Bryoria capillaris* (Ach.) Brodo et D. Hawksw.; *B. fuscescens* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.; *B. implexa* (Hoffm.) Brodo et D. Hawksw.; *B. nadvornikiana* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.; *B. subcana* (Nyl. ex Stizenb.) Brodo et D. Hawksw.; *Calicium denigratum* (Vain.) Tibell; *C. pinastri* Tibell; *C. trabinellum* (Ach.) Ach.; *Cetraria ericetorum* Opiz; *C. islandica* (L.) Ach.; *C. sepincola* (Ehrh.) Ach.; *Chaenotheca furfuracea* (L.) Tibell; *Ch. stemonea* (Ach.) Müll. Arg.; *Chaenothecopsis pusilla* (Ach.) A. Schmidt; *Ch. pusiola* (Ach.) Vain.; *Ch. savonica* (Räsänen) Tibell; *Cladonia am-*

*aurocraea* (Flörke) Schaer.; *C. borealis* S. Stenroos; *C. cariosa* (Ach.) Spreng.; *C. cervicornis* (Ach.) Flot.; *C. coccifera* (L.) Willd.; *C. cryptochlorophaea* Asahina; *C. decorticata* (Flörke) Spreng.; *C. floerkeana* (Fr.) Flörke; *C. merochlorophaea* Asahina; *C. subrangiformis* Sandst.; *C. sulphurina* (Michx.) Fr.; *C. turgida* Ehrh. ex Hoffm.; *C. verticillata* (Hoffm.) Schaer.; *Hypocenomys caradocensis* (Leight. ex Nyl.) P. James et Gotth. Schneid.; *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav.; *Imshaugia aleurites* (Ach.) S. L. F. Mey.; *Lecanora subintricata* (Nyl.) Th. Fr.; *Lepraria eburnea* J. R. Laundon; *L. jackii* Tønsberg; *Melanohalea septentrionalis* (Lynge) O. Blanco et al.; *Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Arnold; *Peltigera extenuata* (Vain.) Lojka; *P. malacea* (Ach.) Funck.; *P. polydactylon* (Neck.) Hoffm.; *Platismatia glauca* (L.) W. L. Culb. et C. F. Culb.; *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf; *Pycnora praestabilis* (Nyl.) Hafellner; *Strangospora moriformis* (Ach.) Stein.; *S. pinicola* (A. Massal.) Körb.; *Stereocaulon tomentosum* Fr.; *Thrombium epigaeum* (Ach.) Wallr.; *Tuckermanopsis chlorophylla* (Willd.) Hale; *Usnea hirta* Weber in Wigg.; *U. lapponica* Vain.; *U. subfloridana* Stirt.

Приведенные списки являются предварительными, расширение и углубление зональных исследований приведет, несомненно к некоторым изменениям – как добавлениям, так, возможно, и сокращениям, в случае выявления более широкого распространения или встречаемости того или иного вида.

### Список литературы

1. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России / отв. ред. Л. Андерссон, Н. М. Алексеева, Е. С. Кузнецова. СПб.: Б.и., 2009. Т. 1. Методика выявления и картографирования. 238 с. ; Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов. 258 с.
2. Мучник Е. Э. Эволюция природоохранных концепций: от биотопа к ландшафту // Изучение и сохранение естественных ландшафтов : сб. статей междунаро. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию юбилею Волгоградского гос. соц.-пед. ун-та и естеств.-геогр. Ф-та ВГСПУ (Волгоград, 12–15 сентября 2011 г.). М.: Планета, 2011. С. 13–18.
3. Мучник Е. Э., Петрова О. В. Актуальная информация о природном зонировании: осознанная необходимость // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения : материалы V Всеросс. науч. конф. с междунар. участием : в 3 ч. Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН. Апатиты: КНЦ РАН, 2014. Ч. 1. С. 221–224.
4. Семенищенков Ю. А. К вопросу о ботанико-географическом районировании российской части бассейна Верхнего Днепра // Растительность Восточной Европы и Северной Азии : материалы Международ. науч. конф. (Брянск, 28 сентября – 3 октября 2014 г.). Брянск: ГУП «Брянское полиграфическое объединение», 2014. С. 124.
5. Соболев Н. А., Руссо Б. Ю. Стартовые позиции Экологической Сети Северной Евразии: рабочая гипотеза // Предпосылки и перспективы формирования экологической сети Северной Евразии. Нижний Новгород, 1998. Охрана живой природы. Вып. 1 (9). С. 22–31.



6. Список лишенофлоры России / сост. Г. П. Урбанавичюс, отв. ред. М. П. Андреев. СПб.: Наука, 2010. 194 с.

7. Экология заповедных территорий России / В. Е. Соколов, К. П. Филонов, Ю. Д. Нухимовская, Г. Д. Шадрин. М.: Янус-К, 1997. 576 с.

**E. E. Muchnik**

*Institute of Forest Science RAS, v. Uspenskoye, Moscow region*

*e-mail: eugenia@lichenfield.com*

## LICHENS AS INDICATORS OF BIOLOGICALLY VALUABLE LANDSCAPES IN THE CENTRAL RUSSIA

**Summary.** Under the new conservation concept of «biologically valuable landscapes» the criteria for selection of lichen species which can be used as indicators of such landscapes are discussed.

Zonal approach for the selection is used. As an example, lists of indicator species for certain types of plant communities in the broad-leaved forests sub-zone of Central Russia are presented.

**Н. В. Неустроева, И. С. Киселева, В. А. Мухин**

*Уральский федеральный университет*

*г. Екатеринбург, Россия*

*e-mail: victor.mukhin@urfu.ru*

## УГЛЕРОДНЫЙ ОБМЕН МИЦЕТОБИОНТНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ С ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИМИ ГРИБАМИ\*

Базидиокарпы многих видов ксилотрофных базидиомицетов населяют мицетобионтные водоросли, роль которых в углеродном питании грибов еще требует изучения [1, 2]. В работе Zavada et al. [3] было показано, что меченые  $^{14}\text{C}$  продукты водорослевого фотосинтеза через некоторое время – 96 часов – регистрируются в грибах. Радиоизотопный метод использован нами для изучения транслокации меченных  $^{14}\text{C}$  фотосинтатов мицетобионтных водорослей в базидиокарпы и субстратный мицелий ксилотрофных базидиомицетов. В качестве модельного объекта выбран *Trichaptum pargamentum* (Fr.) Gunn – широко распространенный в сосново-березовых предлесостепных лесах Среднего Урала вид ксилотрофных базидиомицетов.

Образцы базидиокарпов данного вида гриба, а также разрушаемых им древесных субстратов (*Betula pendula* Roth) экспонировали в герметичной экспозиционной камере объемом 1 л в течение 20 минут при температуре  $23 \pm 1$  °C и освещенности 90–92 Вт/м<sup>2</sup> (37000 лк) с концентрацией  $^{14}\text{CO}_2$  0,04 об. % (удельная ра-

диоактивность составляла 2,24 МБк/μМ  $^{14}\text{CO}_2$ ). По завершению экспозиции образцы базидиокарпов, древесины либо сразу фиксировали в парах кипящего спирта, либо помещали на 24, 48, 72, 96 часов в вентилируемые пластиковые камеры без  $^{14}\text{C}$ . По истечению каждого периода образцы фиксировали в парах кипящего спирта и высушивали до воздушно-сухого состояния. Для изучения транслокации фотосинтатов базидиокарпы отделяли от субстратов, вводили в них метку и перед фиксацией механически разделяли на две части: с водорослями (центр) и без (край). Для оценки поступления фотосинтатов в субстратный мицелий образцы древесных субстратов экспонировали в камере с  $^{14}\text{C}$  либо с базидиокарпами (опыт), либо без них (контроль).

Как показывают полученные данные,  $^{14}\text{CO}_2$  достаточно активно ассимилируется мицетобионтными водорослями, населяющими базидиокарпы *Trichaptum pargamentum*: 0,7 мг  $^{14}\text{CO}_2$ /г воздушно-сухой массы базидиокарпов в час. Скорее всего, регистрируемая ассимиляция  $^{14}\text{CO}_2$  не в полном объеме отражает

© Неустроева Н. В., Киселева И. С., Мухин В. А., 2015

фотосинтетическую активность водорослей, так как, находясь внутри базидиокарпов, они ассимилируют не только внешний  $\text{CO}_2$ , но и продуцируемый окружающими их грибными гифами. Ассимилированный  $^{14}\text{C}$  вначале (первые 20 минут) преимущественно (свыше 60 %) включается в спиртоводорастворимые соединения, однако уже к концу первых суток его содержание в этой фракции снижается до 21 % и остается на этом уровне в течение 2,5 суток. Альтернативная динамика по содержанию  $^{14}\text{C}$  наблюдается в спирто-водонерастворимых (структурных) соединениях: сразу после экспозиции содержание радиоизотопа в них составляет 21 %, а через 2,5 суток достигает 65 %.

О транслокации  $^{14}\text{C}$  из водорослей в грибы, как мы считаем, свидетельствуют материалы табл. 1. Можно видеть, что сразу после введения радиоизотопа его содержание в центральной, населенной водорослями части базидиокарпов, и в краевой, лишенной водорослей, одинаково. Это может означать только то, что фотосинтаты уже в течение первых 20 минут поступают в грибы и равномерно распределяются по базидиокарпам. В дальнейшем содержание  $^{14}\text{C}$  в базидиокарпах снижается, и этот процесс более активно протекает в краевых без водорослей частях. Здесь к концу 4-х суток содержание радиоизотопа снижается почти в 5 раз, тогда как в центральных частях базидиокарпов, где есть водоросли, лишь в 2 раза.

Возможно, это следствие того, что в частях базидиокарпов, не содержащих водорослей,  $^{14}\text{C}$  теряется в результате грибного дыхания, тогда как в частях, населенных водорослями, на этот процесс накладывается повторная ассимиляция  $^{14}\text{CO}_2$ , выделяемого грибами.

Данные табл. 1 показывают также, что те участки базидиокарпов, где присутствуют микетобионтные водоросли, характеризуются относительно более высоким содержанием  $^{14}\text{C}$  в спирто-водорастворимых соединениях. Со временем содержание  $^{14}\text{C}$  в экстрагируемых соединениях неуклонно снижается. Этот процесс протекает синхронно в участках базидиокарпов с водорослями и без них: коэффициент корреляции Спирмана 0,90,  $p = 0,037$ . Относительное содержание  $^{14}\text{C}$  в структурных соединениях демонстрирует альтернативную по отношению к его относительному содержанию в экстрагируемых соединениях динамику: коэффициент корреляции Спирмана  $-0,89$  ( $p = 0,001$ ).

Приведенные материалы показывают и, на наш взгляд, убедительно, что фотосинтаты микетобионтных водорослей используются в дыхательном и пластическом обмене базидиокарпов *T. pargamentum*. Поэтому микетобионтные водоросли однозначно являются дополнительным и альтернативным по отношению к древесине источником углеродного питания дереворазрушающих грибов. Однако остается важный вопрос: поступают ли фотосинтаты

Таблица 1

Содержание  $^{14}\text{C}$  в базидиокарпах *Trichaptum pargamentum*: в числителе – в мг/г воздушно-сухой массы; в знаменателе – в экстрагируемых/структурных соединениях, %

Участок базидиокарпа	Длительность экспозиции, час				
	0,4	24	48	72,5	96
С водорослями	$\frac{198}{41/15}$	$\frac{119}{47/14}$	$\frac{79}{33/34}$	$\frac{88}{28/32}$	$\frac{97}{20/39}$
Без водорослей	$\frac{194}{25/15}$	$\frac{51}{24/49}$	$\frac{47}{23/36}$	$\frac{26}{19/50}$	$\frac{41}{10/50}$

Таблица 2

Содержание  $^{14}\text{C}$  (имп/100 мг·100 с), в древесных субстратах 2–4 см диаметром, разрушаемых *Trichaptum pargamentum*, в числителе – внешняя (2–4 мм), в знаменателе – центральная часть субстратов

Субстраты с базидиокарпами, экспозиция, час				Контроль, $n = 3$ , экспозиция 0.4
0,4	24	48	64	
$\frac{150}{165}$	$\frac{149}{191}$	$\frac{152}{165}$	$\frac{185}{186}$	$\frac{153 \pm 13}{152 \pm 15}$

мицетобионтных водорослей в субстратный мицелий? Наши данные дают на этот вопрос отрицательный ответ, так как радиоактивность субстратов с базидиокарпами и без них одина-

ковая (табл. 2). Вместе с тем этот вопрос, как мы считаем, требует дополнительного изучения.

### Список литературы

1. Неустроева Н. В., Мухин В. А. Симбиотические ассоциации ксилотрофных базидиомицетов и водорослей // Современная ботаника в России : труды XIII Съезда Рус. ботанич. об-ва и конф. «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна» (Тольятти 16–22 сентября 2013) : в 3-х т. Т. 1: Эмбриология. Структурная ботаника. Альгология. Микология. Лихенология. Бриология. Палеоботаника. Биосистематика. Тольятти: Кассандра, 2013. С. 163–164.

2. Zavada M. S., Simoes P. The possible demi-lichenization of the basidiocarps of *Trametes versicolor* (L.: Fries) Pilát (Polyporaceae) // Northeastern Naturalist. 2001. Vol. 8, № 1. P. 101–112.

3. Zavada M. S., DiMichele L., Toth C. R. The possible demi-lichenization of *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Pilát (Polyporaceae): the transfer of fixed  $^{14}\text{CO}_2$  from epiphytic algae to *T. versicolor* // Northeastern Naturalist. 2004. Vol. 11, № 1. P. 33–40.

N. V. Neustroeva, I. S. Kiseleva, V. A. Mukhin

Ural Federal University, Yekaterinburg  
e-mail: victor.mukhin@urfu.ru

### CARBON EXCHANGE BETWEEN MYCETOBIONT ALGAE AND WOOD-DESTROYING FUNGI

**Summary.** Experimentally with  $^{14}\text{C}$  it was shown that the products of photosynthesis algae living in basidiocarps of *Trichaptum pargamentum* used in plastic and respiratory exchange of this fungus. In this sense, mycetobiont algae are additional and alternative in relation to wood the source of

carbon nutrition wood-destroying fungi. However, translocation of photosynthetic products from basidiocarps to substrate mycelium is not observed, but this aspect in the relationship algae and wood-destroying fungi need in more complete study.

Д. А. Никитин, О. Е. Марфенина, А. Е. Иванова

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: marfenina@mail.ru

### ГРИБНАЯ БИОМАССА И СОСТАВ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ В ПОЧВАХ ВОСТОЧНОЙ И ЗАПАДНОЙ АНТАРКТИДЫ

В настоящее время в микологических исследованиях большое внимание уделяется изучению распространения, состава и жизнедеятельности грибов в экстремальных местообитаниях. Основное внимание исследователей в Антарктиде сейчас привлечено к изучению состава сообществ микромицетов на поверхности различных субстратов – почв, растений, скал и в глубоких многолетнемерзлых грунтах [2, 3]. Однако в экстремальных условиях Ан-

тарктиды до сих пор не описан уровень, структура и биоморфологические особенности биомассы грибов. Не исследовано ее содержание в разных биотопах и распределение по микропрофилям антарктических почв. Отсутствуют и данные о потенциальной жизнеспособности грибных сообществ в почвах Антарктиды. Целью нашей работы было изучение распределения, структуры грибной биомассы в профилях

ряда антарктических почв и состава сообществ культивируемых микромицетов.

Образцы почв Восточной части Антарктиды отобраны и описаны в окрестностях станций «Прогресс» и «Молодежная» кандидатом биологических наук Н. С. Мергеловым. Из Западной Антарктиды образцы собраны кандидатом биологических наук А. В. Лупачевым недалеко от станции «Русская» (земля Мери Берд). Почвы отобраны в 2010 г. и хранились при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для исследования почву «оживляли», добавлением стерильной дистиллированной воды (до 60 % влагоемкости) при  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  [2]. Биомассу грибов, ее структуру определяли методом люминесцентной микроскопии при окраске калькофлюором белым (КБ) (оценка общей грибной биомассы), флуоресцеином диацетатом (ФДА) (жизнеспособные клетки), этидиумом бромидом (ЭБ) (мертвые клетки). Выделение грибов проводили глубинным посевом на среду Чапека, дальнейшее культивирование вели при  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Определение

культур микромицетов проводили по культурально-морфологическим признакам. Для стерильных мицелиев идентификацию вели по анализу участков ITS1, ITS2 на базе НПО Синтол.

Установлено, что биомасса грибов в исследованных почвах Антарктиды мала (до  $0,60 \pm 0,10$  мг/г почвы). В большинстве образцов она представлена спорами (до  $70 \pm 5\%$ ), а не мицелием (рис. 1). Практически во всех микропрофилях биомасса грибов в поверхностном горизонте низкая (около  $0,30 \pm 0,05$  мг/г почвы) и в некоторых почвах ее содержание увеличивается в подповерхностном горизонте. Наибольшая биомасса определена в образцах под моховой подстилкой (до 0,5 мг/г почвы) и с оторфованным горизонтом (до 0,6 мг/г почвы) наиболее богатых органикой (8,74 % С). Беднейшими по содержанию грибов (0,18–0,25 мг/г почвы) почвами являются каменные мостовые, безгумусные и засоленные почвы. Нами отмечено значительное варьирование содержания биомассы

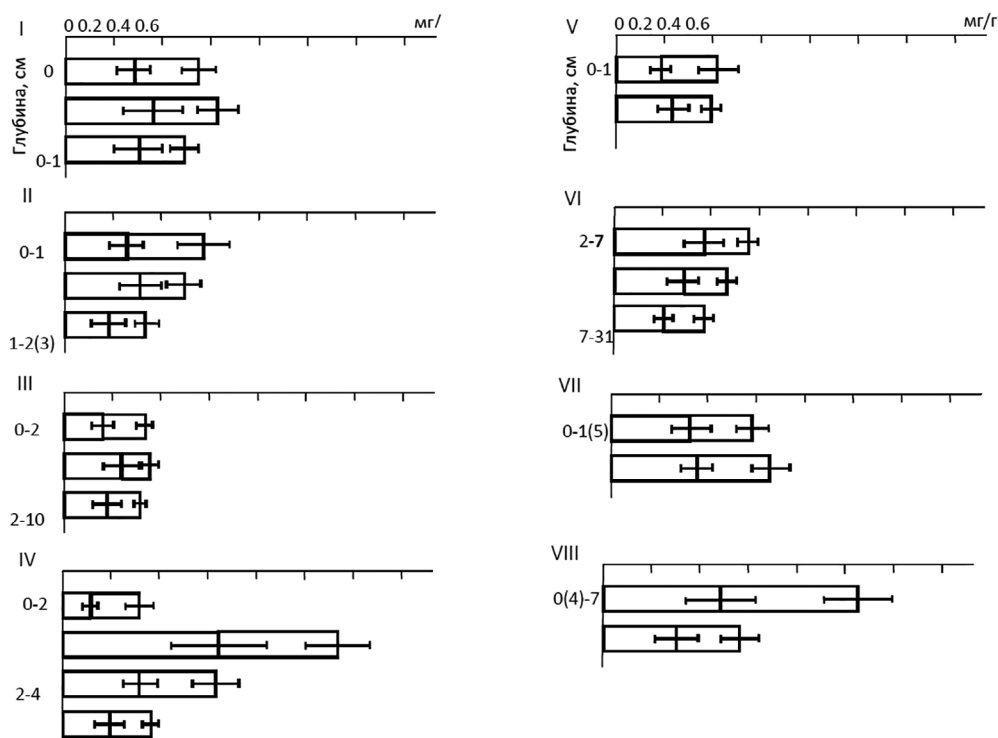


Рис. 1. Распределение спор (левая часть столбика) и мицелия (правая часть столбика) грибов по профилям почв Антарктиды, окраска калькофлюором: I – профиль с моховой подстилкой; II – «каменная мостовая» с водорослями; III – «каменная мостовая» (пустошь) без органических остатков; IV – «каменная мостовая» с оторфованным горизонтом; V – песок и щебень с водорослями; VI – сухая почва под лишайниками; VII – реголиты, «каменная мостовая» с водорослями и лишайниками; VIII – влажная почва подо мхами и лишайниками.

в образцах. При оценке состояния грибных сообществ установлено, что в исследованных почвах жизнеспособна только половина грибных спор. Под моховым и лишайниковым покровом, а также в ряде образцов в подповерхностном горизонте отмечается некоторое увеличение доли жизнеспособных диаспор. Показано, что данные по общей биомассе грибов при окраске КБ и ФДА+ЭБ сопоставимы. Поэтому мы предполагаем, что сочетание ФДА+ЭБ можно использовать для определения живых и мертвых грибных спор.

Число грибных колониеобразующих единиц (КОЕ) в исследованных почвах Антарктиды было невелико и составляло от  $0,4 \times 10^3$  до  $8,0 \times 10^3$  КОЕ/г почвы. Наибольшее число КОЕ выявлено в образцах горизонтов с моховой подстилкой, под лишайниковым покровом и в оторфованном горизонте одной из каменных мостовых. Меньше всего КОЕ в образцах каменной мостовой без органических остатков и реголитах. Большая часть видов грибов выделена при температуре +5 °С и меньшая часть – при +25 °С.

В исследованных образцах доминировали грибы рода *Penicillium*. В почвах с моховым или лишайниковым покровом вторым доминантом была *Phoma herbarum*. Наряду с ними выделялись представители родов *Acremonium*, *Alternaria*, *Arthrinium*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Clonostachys*, *Coniothyrium*, *Doratomyces*, *Fusarium*, *Geomyces*, *Mortierella*, *Mucor*, *Paecilomyces*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Trichurus*, *Ulocladium* и *Umbelopsis*. Большая часть выделенных грибов представлена анаморфами и лишь один вид – *Emericella nidulans* – выделялся в виде телеоморфы. Нами отмечено, что в верхнем горизонте «каменных мостовых» присутствуют преимущественно (до  $67 \pm 4$  %) темноокрашенные грибы (*Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Doratomyces*, *Phoma* и *Trichurus*). Вниз по профилю «каменных мостовых» отмечалось уменьшение выделения темноокрашенных грибов. Во влажной почве подо мхом преобладают грибы со светлым мицелием. При расчете индексов разнообразия Шеннона было оценено видовое разнообразие сообществ микромицетов различных биотопов Антарктиды. Показано, что сообщества культивируемых грибов в почвах под моховыми подстилками

наиболее разнообразны (табл. 1). Несколько ниже индексы разнообразия в почвах, покрытых лишайниковой или водорослевой коркой. Самые бедные по видовому разнообразию грибов каменистые пустоши и реголиты.

Итак, структура грибной биомассы в Антарктиде имеет особые черты. Хотя запасы биомассы грибов в этих примитивных почвах невысоки (десятые доли мг/г почвы), тем не менее практически половина спор определяется как жизнеспособные. В некоторых биотопах Антарктиды распределение грибной биомассы по профилю почв имеет важную особенность – ее повышенное содержание в подповерхностных горизонтах, насыщенных влагой и органикой. Это наиболее выражено для биотопов с моховым или лишайниковым покровом. Напротив, для большинства зональных почв максимум содержания грибов отмечают в верхнем гумусовом горизонте [1]. В составе биомассы в почвах Антарктиды преобладают мелкие споры грибов, что характерно для стрессовых условий.

Таблица 1

Индекс видового разнообразия Шеннона (H) для изученных почв Антарктиды

Тип почв	Индекс Шеннона (H)
Профиль с моховой подстилкой	2,79
«Каменная мостовая» с водорослями	2,14
«Каменная мостовая» без орг. остатков	1,30
«Каменная мостовая» с оторф. горизонтом	1,92
Песок и щебень с водорослями	1,72
Сухая почва под лишайниками	2,43
Реголиты	1,64
Влажная почва под мхами и лишайниками	2,62

Видовое разнообразие грибов в почвах Антарктиды отличается в разных биотопах. Несмотря на то, что значительную долю грибов выделяли при пониженной температуре (+5 °С), среди них преобладали эвритопные виды. Наибольшим разнообразием микромицетов характеризуются почвы под моховыми подстилками, лишайниковыми и водорослевыми корками. Меньше всего микромицетов выделяется из образцов «каменных мостовых»,

пустошей и реголитов. Виды с пигментированным мицелием преимущественно выделяются из поверхностных горизонтов почв, а грибы с

гиалиновым мицелием доминируют в подповерхностных защищенных от ультрафиолетового излучения слоях.

### Список литературы

1. Ananyeva N. D., Susyan E. A., Chernova O. V. et al. The ratio of fungi and bacteria in the biomass of different types of soil determined by selective inhibition // *Microbiology*. 2006. Vol. 75, № 6. P. 702–707.
2. Kochkina G. A., Ozerskaya S. M., Ivanushkina N. E. et al. Fungal diversity in the Antarctic active layer // *Microbiology*. 2014. Vol. 83. P. 94–101.
3. Ruisi S., Barreca D., Selbmann L. et al. Fungi in Antarctica // *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 2007. Vol. 6. P. 127–141.

D. A. Nikitin, O. E. Marfenina, A. E. Ivanova

Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow  
e-mail: marfenina@mail.ru

## FUNGAL BIOMASS AND SPECIES COMPOSITION OF CULTIVATED MICROFUNGI IN THE SOILS OF EASTERN AND WESTERN ANTARCTICA

**Summary.** Structure of fungal biomass and their distributions in the profiles of Antarctic soils has been examined. The biomass in these soils is low, but half of propagules are viable. The maximal value of fungal biomass ( $0.6 \pm 0.10$  mg/g soil) has been estimated in soils under mosses and lichens. In soils of regoliths and «stone roadways» a biomass of fungi was the lowest – less 0.3 mg/g of soil. In some profiles the highest content of fungal biomass was found in the horizons under topsoil.

These features are not typical for zonal soils of non-extreme ecosystems. The abundance of cultivated microfungi in Antarctic soils was low ( $0.4 \times 10^3$  –  $8.0 \times 10^3$  CFU/g soil). The majority of fungal species was isolated at +5 °C. The highest number of CFU was determined in soils with rich organic and moisture content. The dark-colored microfungi of genera *Alternaria*, *Cladosporium*, *Doratomyces*, *Phoma* etc. were predominantly isolated from the topsoil of «stone roadways».

Ю. К. Новожилов<sup>1</sup>, Д. А. Ерастова<sup>1</sup>,  
О. Н. Щепин<sup>1</sup>, М. В. Окунь<sup>1</sup>, М. Шнитлер<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Институт ботаники и экологии Грейфсвальдского  
университета

г. Грейфсвальд, Германия  
e-mail: yurinovozhilov@gmail.com

## НИВАЛЬНЫЕ МИКСОМИЦЕТЫ (МУХОМУСЕТЕС) АЛЬПИЙСКИХ И РАВНИННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ\*

Миксомицеты – наземные грибообразные спорообразующие протисты, к которым относят около 1000 видов, объединенных в 5 порядков: Echinosteliales, Trichiales, Stemonitales, Physarales и Liceales [2, 13]. По последним данным они являются наиболее многочисленной группой почвенных амeboидных протистов

[15, 17]. В их жизненном цикле сочетаются как микроскопические миксамебы и зооспоры, выполняющие трофическую функцию, так и макроскопические, часто хорошо заметные в природе плодовые тела (спорокарпы), содержащие споры и сохраняющиеся в виде гербарных образцов. Именно на их морфологических

© Новожилов Ю. К., Ерастова Д. А., Щепин О. Н., Окунь М. В., Шнитлер М., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 13–04–00839\_a)

с использованием микроскопического оборудования Центра коллективного пользования БИН РАН.

признаках основана вся традиционная систематика миксомицетов. Одной из уникальных экологических групп являются нивальные миксомицеты, включающие около 100 таксонов (преимущественно из порядков Physarales и Trichiales). Из них только 36 видов найдены исключительно в альпийском поясе, тогда как большая часть видов зарегистрирована в хвойном лесном поясе и субальпийских криволесьях [11]. Несмотря на то, что их спорокарпы хорошо заметны невооруженным глазом, их выявление осложняется тем, что они формируются лишь весной, на границе тающего снега или даже под снегом. Кроме того, в отличие от видов из других экологических групп, нивальные миксомицеты крайне редко могут быть изолированы в лабораторных условиях с помощью техники влажных камер. До последнего времени считалось, что нивальные виды обитают только в субальпийском или альпийском поясах высокогорий, где наблюдается их наибольшее видовое богатство [6, 7, 10, 14, 16]. Однако некоторые виды были зарегистрированы также в биотопах из равнинных ландшафтов Германии [8], Японии [16] и России [1]. Несмотря на многолетнюю историю изучения миксомицетов в России [3], нивальные миксомицеты на ее территории до сих пор почти специально не изучались. Наши предварительные наблюдения нивальных миксомицетов на Северо-Западном Кавказе, Хибинах и в Ленинградской области показывают, что среди этой экологической группы есть как облигатные «альпийские» виды, так и виды с более широким распространением. На территории России было зарегистрировано 46 видов и 9 внутривидовых таксонов нивальных миксомицетов, которые отно-

сятся к 9 родам, 4 семействам и 3 порядкам, из них 39 видов найдены нами в России впервые [4, 5, 9, 12]. Альфа-разнообразие и таксономическая структура сообществ нивальных миксомицетов закономерно меняется на высотном и широтном градиентах, а также в ряду субстратов. Эти параметры возрастают при переходе от равнинных к горным местообитаниям, а также от зоны тайги на севере до альпийский лугов на Северо-Западном Кавказе. В условиях умеренного климата Северо-Западного Кавказа видовое богатство и разнообразие возрастает на высотном градиенте от субальпийского криволесья к безлесным сообществам альпийских лугов. Напротив, в условиях Арктики наблюдается обратный тренд – видовое богатство и разнообразие падает при переходе от субальпийского криволесья к альпийским сообществам горной тундры. Интенсивность спороношения у нивальных миксомицетов зависит от сочетания ряда климатических факторов, создаваемых не только весной в период таяния снега, но и на протяжении всего года. Для успешного роста популяции амёб нивальных миксомицетов и формирования плодовых тел весной необходимо сочетание следующих параметров: установление снежного покрова до промерзания почвы и длительное пребывание под толстым слоем снега до весны [12]. На широтно-зональном и высотном градиентах отмечено изменение состава субстратных комплексов нивальных миксомицетов. Однако степень этой дифференциации меняется в разных регионах. Она наиболее заметна в арктической тундре. Наибольшее разнообразие видов отмечено на опаде.

#### Список литературы

1. Новожилов Ю. К. Нивальные миксомицеты Ленинградской области // Нов. систем. низш. раст. 1986. Т. 23. С. 146–149.
2. Новожилов Ю. К. Определитель грибов России. Отдел Слизевика. Вып. 1. Класс Миксомицеты. СПб.: Наука, 1993. 288 с.
3. Ячевский А. А. Микологическая флора Европейской и Азиатской России. Слизевика. Микологическая флора Европейской и Азиатской России. М.: Типо-литография В. Рихтер, 1907. 410 с.
4. Erastova D. A., Novozhilov Y. K. Nivicolous myxomycetes of the lowland landscapes of the Northwest of Russia // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49. Вып. 1. (в печати).
5. Erastova D. A., Novozhilov Y. K., Schnittler M. An annotated check list of nivicolous myxomycetes of the Khibin Mountains, Kola Peninsula, Russia // Nova Hedwigia. 2015 (in press).
6. Kowalski D. T. The myxomycete taxa described by Charles Meylan // Mycologia. 1975. Vol. 67. P. 448–494.

7. Lado C., Ronikier A. Nivicolous myxomycetes from the Pyrenees: notes on the taxonomy and species diversity. Part 2. Stemonitales // *Nova Hedwigia*. 2009. Vol. 89 (1–2). P. 131–145.
8. Müller H. Beitrag zur Kenntnis und Verbreitung nivicolier Myxomyceten im Thüringer Wald // *Zeitschrift für Mykologie*. 2002. Bd. 68 (2). S. 199–208.
9. Novozhilov Y. K., Schnittler M., Erastova D. A., Okun M. V., Schepin O. N., Heinrich E. Diversity of nivicolous myxomycetes of the Teberda State Biosphere Reserve (Northwestern Caucasus, Russia) // *Fungal Diversity*. 2013. Vol. 59 (1). P. 109–130.
10. Poulain M., Meyer M., Bozonnet J. Les Myxomycètes. Vol 1–2. Sevrier: Federation mycologique et botanique Dauphine-Savoie. 2011. 1119 p.
11. Ronikier A., Ronikier M. How «alpine» are nivicolous myxomycetes? A worldwide assessment of altitudinal distribution // *Mycologia*. 2009. Vol. 101 (1). P. 1–16.
12. Schnittler M., Erastova D. A., Shchepin O. N., Heinrich E., Novozhilov Y. K. Four years in the Caucasus – observations on the ecology of nivicolous myxomycetes // *Fungal Ecology*. 2015 (in press).
13. Schnittler M., Novozhilov Y. K., Romeralo M., Brown M., Spiegel F. W. Myxomycetes and Myxomycete-like organisms. In: Frey W. (ed.). *Englers Syllabus of Plant Families*. Vol. 4. 13th edition. Stuttgart: Bornträger, 2012. 172 p.
14. Singer H., Moreno G., Illana C. Revision of type material of nivicolous species of Stemonitales // *Persoonia*. 2005. Vol. 18 (4). P. 485–497.
15. Stephenson S. L., Fiore-Donno A. M., Schnittler M. Myxomycetes in soil // *Soil Biology and Biochemistry*. 2011. Vol. 43. P. 2237–2242.
16. Tamayama M. Nivicolous taxa of the myxomycetes in Japan // *Stapfia*. 2000. Vol. 73. P. 121–129.
17. Urich T., Lanzén A., Qi J., Huson D. H., Schleper C., Schuster S. C. Simultaneous assessment of soil microbial community structure and function through analysis of the meta-transcriptome // *PLoS ONE*. 2008. Vol. 3 (6):e2527. DOI:10.1371/journal.pone.0002527.

Yu. K. Novozhilov<sup>1</sup>, D. A. Erastova<sup>1</sup>,  
O. N. Shchepin<sup>1</sup>, M. V. Okun<sup>1</sup>, M. Schnittler<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg

<sup>2</sup>Institute of Botany and Landscape Ecology, Ernst-Moritz-Arndt  
University Greifswald

e-mail: yurinovozhilov@gmail.com

## NIVICOLOUS MYXOMYCETES IN ALPINE AND LOWLAND LANDSCAPES OF EUROPEAN PART OF RUSSIA

**Summary.** Nivicolous myxomycete assemblages were surveyed in the northwest of the Great Caucasian ridge (Teberda state reserve), in the southern Khibiny Mountains (Kola peninsula), near Vaskelovo settlement (Leningrad oblast) and in Valamo Island (Karelia). In result we registered 46 species and 9 intraspecific taxa from 9 genera and 4 families of 3 orders. We report 39 species as new for Russia. To confirm the assignment of specimens (found in the Teberda reserve) to morpho-species, we obtained independently from determination 145 partial sequences of the 18S SSU rRNA gene from 35 taxa of Lamproderma, Meriderma, Physarum and Diderma, which turned out to represent 58 genotypes. Most of the taxa represented by more than one sequence had several genotypes, with an average of 1.7 genotypes per taxon. Except for three taxonomically difficult groups of species,

partial SSU sequences did well correspond with the respective morphospecies and where similar or identical to sequences of specimens from the European Alps, making this marker a good candidate for barcoding in myxomycetes. Alpha diversity and taxonomic structure of myxomycete assemblages change regularly along altitudinal and latitudinal gradients and on different substrates. These parameters increase from lowland to mountain landscapes and from boreal forest to alpine meadows in the Northwest Caucasus. In temperate climate of the Northwest Caucasus species richness and diversity increase along the altitudinal gradient from subalpine crooked communities to treeless alpine meadows. In contrary, in the Arctic we registered a reverse trend - species richness and diversity decrease from subalpine crooked forests to alpine communities of mountain tundra. The intensity of



sporulation in nivicolous myxomycetes depends on a combination of climatic factors not only during the spring snowmelt, but also throughout the year. For the successful growth of the population of amoebae and formation of fruit bodies in spring a combination of the following parameters is necessary: formation of the snow cover before soil freezing and a long stay of propagules and amoebae

under a thick layer of snow until spring. Along the latitudinal and altitudinal gradients we observed a change in the composition of substrate assemblages of nivicolous slime molds. However the degree of differentiation varies in different regions. It is most noticeable in the Arctic tundra. The greatest diversity of species is observed on the litter.

Л. Л. Осипян

Ереванский государственный университет  
г. Ереван, Армения  
e-mail: losipyan@ysu.am

## РОД *CERCOSPORA* В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ

Республика Армения занимает южную часть Закавказья в междуречьи Куры и Аракса. Она представляет собой типично горную страну с большими перепадами высот от 400 м до 4095 м н. ур. м. Более 75 % территории расположено на высоте 1000–2500 м. Сложность горного рельефа и географическое положение отразились на всем природном комплексе страны, в котором отчетливо выражена природно-климатическая вертикальная поясность. Такое многообразие природного комплекса позволяет выявить приуроченность грибных организмов к определенным экологическим условиям.

Данное сообщение посвящено одному из крупных фитотрофных гифомицетных паразитов – роду *Cercospora*. Грибы этого рода относятся к микромицетам с открытым незащищенным типом бесполого спороношения, вызывающим образование пятнистостей филлопланы, реже плодов, семян. Мицелий эндифитный, а конидиальное спороношение формируется на одной или обеих поверхностях пятен в виде дерновинок с порошистым или мелкоточечным налетом. В случае отсутствия выраженных пятен налет развивается на нижней поверхности листовой пластинки. Спорношение состоит из конидиеносцев выступающих одиночно, чаще пучками из устьиц, реже через прорванный эпидермис. Иногда конидиеносцы отходят от строматических клубочков мицелия. Конидиеносцы простые или разветвленные, с терминальными или латеральными выступами – зубчиками, на которых форми-

руются конидии. Конидиеносный аппарат может быть бесцветным, чаще слабо или интенсивно окрашенным в бурые, оливковые цвета. Последнее позволяет отнести род *Cercospora* к семейству темноокрашенных гифомицетов – *Dematiaceae*. Окраска конидиеносцев не всегда стабильный признак, он часто зависит от среды обитания гриба и фазы его развития. Конидии полиморфны, но в типе удлинено-обратно-булавовидные, суживающиеся к вершине, от одноклетных до многоклетных.

Известно, что для ряда видов фитотрофных гифомицетов в период вегетации растения-хозяина наблюдается изменчивость конидиального спороношения, что затрудняет определение рода гриба. Такое явление имеет место, в частности, и у рода *Cercospora*. У некоторых видов к осени наблюдается появление склероциев или пикнид. Присутствие последних при наличии конидий удлинено-обратно-булавовидной формы часто приводит к определению гриба как *Septoria*. Отличить конидии *Septoria* от конидий *Cercospora* следует по наличию характерного для *Cercospora* рубчика у основания.

В Армении выявлено 57 видов *Cercospora*, из них 20 видов (35 %) развиваются на деревьях и кустарниках, а 37 (65 %) – герботрофы. Пораженные растения представлены 55 родами из 29 семейств высших растений.

Развитию возбудителей церкоспороза способствуют повышенная относительная влажность воздуха, умеренно низкая температура, затененность. В Армении наиболее благоприят-

ятны для развития видов *Cercospora* лесная и луговая растительность Северной Армении произрастающая в пределах высот 1300–1800 м. В этих условиях виды *Cercospora*, как правило, развивают слабо окрашенный спороносный налет. В засушливых районах, преимущественно Центральной и Южной Армении, на обветреваемых склонах гор и в местах с повышенной инсоляцией спороносный аппарат гриба, благодаря наличию меланина, приобретает интенсивную окраску, выполняющую защитную функцию. Наиболее благоприятными для *Cercospora* являются предгорный и горный пояса. Лишь единичные виды можно встретить в высокогорье на 2200 м. В низменных аридных районах грибы рода *Cercospora* обычно встречаются на возделываемых поливных сельскохозяйственных или декоративных культурах. Так например, здесь весьма обычен вид *Cercospora beticola* Sacc. на *Beta vulgaris* L. В лесонасаждениях и парках Северной и Центральной Армении широко распространен вид *C. curvata* (Rabenh. & A. Braun) Wollenw. на *Robinia pseudoacacia* L. и *Caragana arborescens* L., образующий в мае открытое спороношение, а в июне-сентябре формирующий пикниды. Среди вредоносных возбудителей церкоспороза следует отметить гриб *C. roesleri* (Catt.) Sacc. распространенный во всех районах возделывания виноградной лозы. Заболеванию чаще молодых

подвержены 15–40-летние растения лишенные агротехнического ухода.

В лесах Северо-Восточной Армении большое распространение имеет *C. microsora* Sacc., поражающий виды *Tilia cordata* Mill. и *T. caucasica* Kups. В Центральной и Южной Армении этот гриб не встречается. Для Южной Армении характерны *C. moricola* Cooke на *Morus alba* L. и *C. bolleanae* (Thüm.) Speg. на *Ficus carica* L.

В мезофильных условиях среднегорья возбудители церкоспороза перезимовывают с помощью конидий. В экстремальных условиях высокогорья к концу короткой вегетации в цикле развития гриба нередко формируются эндогенные склероции, служащие для перезимовки. В следующем году склероции прорастая, развивают на вершине пучки конидиеносцев с конидиями. Сумчатая стадия – *Mycosphaerella* в Армении достоверно наблюдалась лишь у *C. ligustri* Roum. – *M. ligustri* Desm., а у *C. microsora* Pat. были выявлены незрелые сумчатые плодовые тела.

Таким образом, приспособляясь к более или менее экстремальным условиям, у видов *Cercospora* наблюдается переход от одной жизненной формы спороношения – открытого, незащищенного к погруженному, более защищенному спороношению, формирующему эндогенные склероции и пикниды.

L. L. Osipyan

Yerevan State University, Armenia, Yerevan  
e-mail: losipyan@ysu.am

## THE GENUS *CERCOSPORA* IN THE REPUBLIC OF ARMENIA

**Summary.** 57 species of *Cercospora* have been discovered in Armenia, of which 20 species (35 %) grow on trees and bushes, while 37 (65 %) are herbivores. Affected plants consist of 55 genus and 29 families of higher plants. The pre-mountainous and mountainous zones, up to 1300–1800 meters above sea level, are the most favorable for *Cercospora*. Some solitary species can be found at a high altitude of 2200 meters above sea level. The asco-

mycetes stage of *Mycosphaerella* in Armenia has been reliably observed only in *C. ligustri* Roum as *M. ligustri* Desm. Adapting to conditions that are more or less extreme, *Cercospora* species have shown a transition from one vital type of sporulation, the open and unprotected form, to the immersed and more protected sporulation, forming endogenous sclerotia and pycnidia.

## АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ГОРНО-ЛЕСНОГО ПОЯСА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Приполярный Урал – наиболее возвышенная и широкая часть Уральских гор, простирающаяся от истоков р. Хулга на севере до г. Тельпосиз на юге. В 1994 г. данная территория вошла в состав национального парка «Югыд ва», а в 1995 г. включена в состав объекта «Девственные леса Коми», охраняемого под эгидой ЮНЕСКО. Парк был создан с целью сохранения уникальных природных комплексов горно-тундровых и горно-таежных экосистем Уральского хребта.

По современному ботанико-географическому районированию данная территория относится к Урало-Западносибирской провинции Евразийской таежной области [3] и располагается в подзоне северной тайги. В горных ландшафтах изменение характера растительности происходит по высотному градиенту, выделяют горно-лесной, подгольцовый, горно-тундровый и пояс гольцовых пустынь [2]. Горно-лесной пояс расположен на абсолютных высотах от 350 до 550 м над ур. м. и начинается с полосы еловых и елово-березовых лесов с покровом из черники, трав и зеленых мхов, с подъемом в горы они замещаются лиственничными лесами, а еще выше – лиственничными редколесьями [6]. Лесная растительность горных долин и ложбин стока более разнообразна. Здесь формируются травянистые типы ельников с пихтой, пихтарников и лиственничников, чередующиеся с участками горных лугов [6]. Вдоль рек местами встречаются ивняки, иногда с примесью ольхи и ольховника. В северной части Приполярного Урала в 80-е годы прошлого столетия велась интенсивная добыча полезных ископаемых, в результате чего растительный покров был уничтожен, образовались промышленные полигоны с крупновалунными, галечно-гравийными, реже – торфяными и песчаными отвалами и осушенными водоемами.

Исследование биоты агарикоидных базидиомицетов Приполярного Урала начато в 2009 г.

и проводились в его северной части, в бассейне р. Кожим. Какие-либо сведения о разнообразии данной группы организмов на этой территории отсутствовали. В работе использовался наиболее распространенный в микологии маршрут метод. Материал гербаризировали по стандартной методике. Изученные образцы хранятся в гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO). Таксоны расположены по системе, принятой в 10-м издании «Словаря грибов Айнсворта и Бисби» [9].

В результате экспедиционных работ в горно-лесном поясе Приполярного Урала выявлено 203 вида и внутривидовых таксонов агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 68 родам, 25 семействам и 5 порядкам. Ведущими семействами являются Strophariaceae (27 видов), Tricholomataceae (21), Mycenaceae (20), Russulaceae (19), Cortinariaceae (17), Inocybaceae (16), Hygrophoraceae (13) и Entolomataceae (10). В целом спектр ведущих семейств характерен для бореальных биот. Высокое видовое разнообразие семейств Strophariaceae и Mycenaceae, представители которых широко распространены в таежной зоне, характеризует исследуемую биоту как бореальную северотаежную. Ведущими по числу видов родами являются *Cortinarius*, *Mycena* (по 17 видов), *Lactarius* (13), *Inocybe* (11), *Entoloma* (10), *Galerina* (9), *Hygrocybe*, *Suillus* (по 8). Обилие видов в таких родах, как *Cortinarius*, *Lactarius*, *Mycena* и *Galerina* подтверждает бореальный характер микобиоты. Довольно высоко положение родов *Inocybe* и *Entoloma*, виды которых широко представлены в Арктике [4]. О восточно-азиатских чертах в характере выявленной микобиоты свидетельствует высокая доля рода *Suillus* (4 % от общего видового разнообразия) [7]. Все виды этого рода, отмеченные в горно-лесном поясе Приполярного Урала, являются облигатными симбионтами лиственницы. Восточный акцент подчеркивает также наличие представителей

других родов, ассоциированных с лиственницей, таких как *Tricholoma psammopus*, *Gomphidius maculatus*, *Lactarius porninsis* и *Hygrophorus licorum*. На исследуемой территории было выявлено несколько редких и интересных видов. Так впервые для России был отмечен *Hygrophorus inocybiformis*, впервые для Европы – *Clitocybula lignicola*.

Эколого-трофический анализ микобиоты горно-лесного пояса Приполярного Урала показал преобладание на исследуемой территории грибов-микоризообразователей (40 % от общего видового разнообразия). Примерно такое же разнообразие этой группы наблюдается и в горных лесах Северного Урала (42 %). Большинство симбиотрофов образуют микоризу с лиственными породами (33 вида), из них с кустарниками (ивой, ольхой, ольховником) связаны 15 видов, с березой – 11. Облигатными микоризообразователями ивы являются такие виды, как *Cortinarius saniosus*, *Laccaria montana*, *L. pumila*, *Inocybe abjecta*, *I. dulcamara*, *Hebeloma pusillum*, *Naucoria amarescens*, *Lactarius salicis-herbaceae* и др. С березой связаны такие широко распространенные лесные виды как: *Cortinarius armillatus*, *Leccinum scabrum*, *L. versipelle*, *Lactarius torminosus*, *L. vietus*, *Russula aeruginea*, *R. claroflava* и др. Облигатными симбиотрофами хвойных пород являются 28 видов, из них большинство (12 видов) постоянные спутники лиственницы, как основной лесообразующей породы в горно-лесном поясе Приполярного Урала. С лиственницей связаны все виды рода *Suillus*, отмеченные здесь (*S. asiaticus*, *S. cavipes*, *S. clintonianus*, *S. grevillei*, *S. paluster*, *S. spectabilis*, *S. tridentinus*, *S. viscidus*). С елью микоризу образуют 8 видов: *Cortinarius acutus*, *C. sanguineus*, *Lactarius deterrimus*, *L. lignyotus*, *L. scrobiculatus* и др.

Довольно высоко и разнообразие ксилотрофов (18 %), однако на Северном Урале оно немного выше (21 %). Это связано с небольшим количеством валежа в горных лесах Приполярного Урала, что, возможно, является следствием выпаса оленей и большой рекреационной нагрузки в этой части парка (оленоводы и туристы используют сухостой и валеж для костров). Из дереворазрушающих грибов здесь можно встретить такие широко распространенные виды, как *Mycena laevigata*, *Pleurotus pulmonar-*

*ius*, *Pluteus cervinus*, *Hypholoma capnoides*, *Kuehneromyces lignicola*, *Pholiota flammans*, а также и довольно редко встречающиеся виды, отмеченные в Республике Коми пока только на этой территории: *Chrysomphalina chrysophylla*, *Clitocybula lignicola*, *Crepidotus cesatii* var. *subsphaerosporus*.

В горных лесах Приполярного и Северного Урала подстилочные сапротрофы занимают равные позиции (по 17 %). Из представителей данной группы на Приполярном Урале отмечены *Ampulloclitocybe clavipes*, *Cystoderma amianthinum*, *Entoloma cetratum*, *Gymnopus confluens*, *G. dryophilus*, *Mycena filipes*, *M. metata*, *M. pura*, *Cantharellula umbonata*, *Clitocybe gibba*, *C. strigosa* и др.

Особенностью микобиоты горно-лесного пояса Приполярного Урала является высокое видовое разнообразие гумусовых сапротрофов (17 %). Тогда как на Северном Урале их всего 7 %. Такой высокий процент более характерен для зоны южной тайги [1, 8], а также для территорий с сильной рекреационной нагрузкой [5]. Возможно, это связано с тем, что часть наших исследований проводилась на зарастающих участках промышленных полигонов, оставшихся по берегам рек после добычи полезных ископаемых. Также ежегодно возрастает поток туристов, которых привлекают красивые природные горные ландшафты Приполярного Урала. Все это способствует увеличению антропогенно нарушенных участков, а следовательно, и подходящих местообитаний для гумусовых сапротрофов. Из их представителей здесь можно встретить такие широко распространенные виды, как *Agrocybe praecox*, *Entoloma conferendum*, *Hygrocybe ceracea*, *H. conica*, *Lacrymaria lacrymabunda*, *Lepiota clypeolaria*, *Stropharia aeruginosa* и др. Единичными находками отмечены *Lepiota felina*, *Entoloma incanum*, *E. serrulatum*, собранные в ненарушенных местообитаниях.

Поскольку лиственничники занимают в горно-лесном поясе Приполярного Урала большие территории, здесь наблюдается и самое высокое видовое разнообразие агарикоидных базидиомицетов (95 видов). В еловых и елово-пихтовых лесах было отмечено 69 видов. В ивняках, расположенных вдоль горных рек и ручьев, отмечено 37 видов. На лугах в горно-лесном поясе – 12 видов. В рудеральных

местообитаниях, на дорогах, возле строений на туристических базах, на полигонах было выявлено 11 видов агарикоидных базидиомицетов. Трофическая структура микобиот различных местообитаний имеет свои особенности, так, микоризообразователи доминируют в лиственничниках (40 %), еловых лесах (36 %) и полностью отсутствуют на лугах. Разнообразие ксилотрофов выше всего в еловых и елово-пихтовых лесах (33 %), а также в ивняках (25 %). Эти лесные формации занимают небольшие площади и чаще всего не затронуты деятельностью человека, в результате чего валежа здесь

достаточно. Подстилочные сапротрофы преобладают в лиственничниках (26 %), ивняках (20 %) и еловых лесах (18 %). Гумусовые сапротрофы доминируют на лугах (77 %) и рудеральных местообитаниях (55 %), довольно высокого разнообразия и в ивняках (15 %). Остальные группы представлены небольшим числом видов.

Таким образом, полученные данные позволяют охарактеризовать биоту агарикоидных базидиомицетов горно-лесного пояса Приполярного Урала, как бореальную северотаежную с восточными чертами.

### Список литературы

1. Бурова Л. Г. Экология грибов макромицетов. М., 1986. 222 с.
2. Горчаковский П. Л. Флора и растительность высокогорий Урала. Свердловск, 1966. 271 с.
3. Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность европейской части СССР. Л., 1980. С. 10–20.
4. Каратыгин И. В., Нездойминого Э. Л., Новожилов Ю. К., Журбенко М. П. Грибы Российской Арктики. СПб., 1999. 212 с.
5. Марина Л. В. Агарикоидные базидиомицеты Висимского заповедника (Средний Урал). СПб., 2006. 102 с.
6. Мартыненко В. А., Дегтева С. В. Конспект флоры национального парка «Югыд-Ва» (Республика Коми). Екатеринбург, 2003. 108 с.
7. Сазанова Н. А. Макромицеты Магаданской области. Магадан, 2009. 196 с.
8. Светашева Т. Ю. Агарикоидные базидиомицеты Тульской области : дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 216 с.
9. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 10th edition. Wallingford: CAB International, 2008. 771 p.

**M. A. Palamarchuk**

*Institute of Biology Komi SC UB RAS, Syktyvkar  
e-mail: palamarchuk@ib.komisc.ru*

### AGARICOID BASIDIOMYCETES OF THE MOUNTAIN FOREST BELT OF THE SUB-POLAR URALS

**Summary.** 203 species and intraspecific taxa of agaricoid basidiomycetes from the 68 genus, 25 families and five orders are found in the mountain forest belt of the Sub-Polar Urals. Some aspects of taxonomic and trophic analyses are considered.

Biota agaricoid basidiomycetes of the mountain forest belt of the Polar Urals can be described as boreal with eastern features.

## БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СОСНОВОЙ ГУБКИ НА СОСНОВЫЕ ДРЕВОСТОИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Сосна обыкновенная – одна из основных лесообразующих пород, произрастающая в различных географических зонах. Она является хозяйственно ценной древесной породой нашей страны, способствующая оздоровлению окружающей среды.

Сосновые древостои Ульяновской области представлены насаждениями разных классов возраста, для которых характерны различные заболевания, отрицательно влияющие на их общее состояние. Одним из наиболее часто встречаемым заболеванием старовозрастных древостоев сосны является пестрая коррозийная ядровая стволовая гниль, вызываемая сосновой губкой *Phellinus pini* (Brot.) Bondartsev & Singer.

Несмотря на то, что сосновую губку исследовали на протяжении десятилетий, многие вопросы взаимоотношения гриба с сосной обыкновенной остаются малоизученными и актуальными. Особенно важна и актуальна данная проблема для регионов, находящихся в разных почвенно-климатических и лесорастительных условиях. Целью данного исследования было изучение биологических и экологических аспектов влияния сосновой губки на сосновые древостои Ульяновской области. Решалась задача по оценке влияния рекреационных нагрузок, лесорастительных условий и возраста древостоев на встречаемость сосновой губки.

Рекреация, рассматриваемая как комплексный экзогенный фактор, вызывает множественные и, как правило, отрицательные последствия для целостности и устойчивости природных сообществ [1]. Изучение влияния рекреационных нагрузок на встречаемость сосновой губки на деревьях сосны обыкновенной проводилось в сосновых насаждениях V класса возраста на территории четырех лесничеств в трех типах леса. В обследованных сосновых насаждениях выделены три стадии рекреаци-

онной дигрессии (II, III, IV). Стадии дигрессии выделялись по методике, изложенной в [2].

Представляет интерес изучение зависимости встречаемости сосновой губки от двух факторов – класса возраста древостоя и типа леса. Данные факторы, по мнению ряда исследователей, оказывают непосредственное влияние на встречаемость дереворазрушающих грибов [3, 8, 9].

Анализ полученных данных показывает, что тип леса оказывает влияние на встречаемость сосновой губки: по мере улучшения лесорастительных условий от сосняка лишайникового к сосняку сложному увеличивается частота встречаемости от 1,9 до 7,0 шт. ( $F_{\text{расч}} = 148,98 > F_{\text{крит}} = 6,94$ ).

С увеличением класса возраста встречаемость сосновой губки увеличивается в среднем от 3,2 шт. в IV классе до 5,7 шт. в VI классе. Эти оценки не противоречат результатам А. Н. Чешуина [10], который отмечает, что с возрастом зараженность увеличивается, достигая максимума в восьмом классе возраста. Затем встречаемость идет на убыль, так как пораженные деревья начинают отмирать. Такая тенденция прослеживается в пределах каждого изучаемого типа леса. Так, в сосняке лишайниковом IV класса возраста количество деревьев с плодовыми телами составляет 1,4 шт, а в насаждениях VI класса возраста, соответственно, 2,8 шт.

По мере усиления рекреационной нагрузки на лесонасаждения встречаемость деревьев с сосновой губкой также увеличивается ( $F_{\text{расч}} = 60,31 > F_{\text{крит}} = 6,94$ ). Количество деревьев с плодовыми телами гриба в древостое на II стадии рекреационной дигрессии составляет в среднем 2,3 шт. При увеличении рекреационных нагрузок до IV стадии дигрессии количество деревьев с плодовыми телами гриба возрастает до 5,8 шт. Близкие результаты, свидетельствующие о росте встречаемости губки по мере уси-

ления рекреационного воздействия, особенно на рубеже III–IV стадий дигрессии, получены А. И. Татаринцевым [3]. Именно здесь проходит граница естественной устойчивости биогеоценоза к рекреации [4]. Поскольку ксилотрофы, по мнению М. Н. Сионовой [1], положительно реагируют на рекреационное воздействие, независимо от типа леса, то увеличение встречаемости сосновой губки можно рассматривать как показатель рекреационной нарушенности лесной экосистемы.

При увеличении рекреационных нагрузок происходит уплотнение почвы: основная нагрузка приходится на нижние ярусы сообществ и верхний, корнеобитаемый слой почвы, ухудшается водно-воздушный режим корнеобитаемого слоя, уменьшается биологическая активность почвы. Это в свою очередь приводит к более поверхностному размещению основной массы деятельных корней и, как следствие, постепенному ослаблению деревьев [5]. На участках, подверженных интенсивной рекреации (IV стадия), в сосняках разнотравном и сложном могут исчезнуть болетовые грибы, уменьшиться видовое разнообразие пластинчатых макромицетов, возрастает обилие паразитических видов, увеличится видовое разнообразие сыроежек [6]. Увеличение частоты встречаемости сосновой губки по мере усиления дигрес-

сии можно объяснить с позиций биоэкологических особенностей этого вида. Известно [7], что мицелий сосновой губки локализуется в ядровой древесине. Процесс ядрообразования довольно продолжительный и заражение сосны сосновой губкой начинается в зрелом возрасте, поэтому в сосновых насаждениях сильнее всего будут заражены этим грибом старые деревья, которые чаще всего и остаются в насаждениях в процессе рекреационной дигрессии [8].

Выводы:

1) рекреационные нагрузки оказывают влияние на встречаемость сосновой губки в древостоях: с увеличением рекреационной нагрузки значительно увеличивается встречаемость гриба;

2) тип леса также оказывает влияние на встречаемость гриба: в низкопродуктивных рекреационных сосняках лишайникового типа встречаемость сосновой губки ниже (в среднем 1,9 шт.), по сравнению с высокопродуктивными сложными сосняками (в среднем 7,0 шт.);

3) между встречаемостью сосновой губки и типом леса и классом возраста дерева отмечается наличие тесной положительной прямой связи: с увеличением класса возраста и улучшением лесорастительных условий увеличивается встречаемость гриба.

### Список литературы

1. Сионова М. А. Влияние рекреации на биоразнообразие модельных групп организмов нижнего яруса широколиственных и сосновых лесов Калужской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2005. 23 с.
2. Казанская Н. С., Ланина В. В., Марфенин Н. Н. Рекреационные леса. М.: Лесн. промышленность, 1977. 96 с.
3. Татаринцев А. И. Особенности распространения и развития стволовой гнили сосны (Возбудитель – *Phellinus pini* [Thore Ex. Fr.] Pil.) в лесах Красноярского Приангарья и меры ограничения вредоносности болезни : автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб.; Пушкин, 1994. 23 с.
4. Ключникова Е. С. Грибы – разрушители леса Звенигородской биостанции МГУ // Вестн. Московск. гос. ун-та им. М. В. Ломоносова. 1970. № 5. С. 52–55.
5. Пшеничникова Л. С. Биоиндикация лесных экосистем : учеб. пособие. Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2004. 110 с.
6. Шубин В. И. Микоризные грибы северо-запада европейской части СССР: экологическая характеристика. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. 175 с.
7. Бондарцев А. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 1107 с.
8. Чураков Б. П. Взаимоотношения патогенных грибов с древесными растениями. М.: МГУ, 1993. 195 с.
9. Ежов О. Н., Конюшатов О. А. Распределение гнили сосновой губки в стволах сосен // Лесоведение. 2001. № 1. С. 71–74.
10. Чешуин А. Н. Лесопатологические критерии формирования высокопродуктивных сосновых насаждений в сложных типах леса лесостепной зоны Среднего Поволжья : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2005. 22 с.

T. A. Paramonova, B. P. Churakov,  
N. A. Mitrofanova

*Ulyanovsk State University, Ulyanovsk  
e-mail: ulgu-mna@rambler.ru*

## BIOECOLOGICAL FEATURES OF INFLUENCE PHELLINUS PINI ON PINE STANDS ULIYANOVSK REGION

**Summary.** The incidence of pine sponge depends on site conditions, stand age and recreational pressure.

**К. Партоев<sup>1</sup>, К. Х. Меликов<sup>2</sup>, А. С. Наимов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт ботаники, физиологии и генетики растений  
АН Республики Таджикистан  
г. Душанбе, Таджикистан*

<sup>2</sup>*Институт садоводства и овощеводства Таджикской  
академии сельскохозяйственных наук  
г. Душанбе, Таджикистан  
e-mail: pkurbonali@mail.ru*

## ГРИБКОВАЯ БОЛЕЗНЬ КАРТОФЕЛЯ – ФИТОФТОРОЗ (RHIZOCTONIA INFESTANS BY.) В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Научно-исследовательские работы с культурой картофеля в Республике Таджикистан ведутся с 30-х годов прошлого столетия. Пионерскими работами в области селекции и семеноводства картофеля в Таджикистане считаются работы Р. Л. Перловой, проведенных ею по изучению биологии развития нескольких видов и сортов картофеля в условиях Памира еще в 30–40-х годах прошлого столетия. В этих давние времена здесь были интродуцированы многочисленные сорта картофеля, как Ранняя Роза, Центифолия, Берлихинген, Лорх и другие. Особенно ценными были показатели по сорту Центифолия (сорт немецкой селекции), обеспечившие получение рекордного урожая клубней (до 14 кг с куста и до 100 т/га).

В период с 50-х годов прошлого столетия по настоящее время выполнены фундаментальные научно-исследовательские работы по картофелю учеными Таджикистана: Лебедева Л. Н. (1970), Каюмов Ю. Б. (1970), Кушнарева В. В. (1971), Султонов Х. (1971), Каримов Б. К. (1973), Насыров Ю. С. (1986), Партоев К. П. (1987), Анварова М. А. (1988), Алиев К. А. и др., (1989), Джангиров Д. (1995), Муминджанов Х. А. (1997), Хотамов У. А. (1997), Кахаров К. Х.

(1997), Каримов М. К. (1998), Отамбекова М. Г. (1999), Бобохонов Р. С. (1999), Назарова Н. Н. (2005), Салимов А. Ф. (2007), Бободжанов Б. В. (2009), Наимов С. Н. и др. (2009), Алиев К. А. (2012) и многими другими (цит. по: [1]).

Основными направлениями этих исследований тогда были изучение коллекционного материала, семеноводства и сортоиспытания новых сортов, технология возделывания разных сортов, сроков посадки и уборки, болезней и вредителей картофеля, переносчиков вирусных, виroidных заболеваний картофеля, внедрения способов получения двух урожаев картофеля в долине с одного семенного материала (двухурожайная культура) и др.

В начале 70-х годов прошлого столетия учеными республики были установлены некоторые закономерности распространения грибковых, бактериальных вирусных, виroidных и микоплазменных болезней картофеля, а также распространения тлей – переносчиков болезней картофеля в стране (Каримов, 1975). Тогда было установлено, что распространение ряда грибковых, бактериальных, вирусных, виroidных болезней и их зооветоров зависит от зоны возделывания картофеля, особенности



рельефа местности, растительного покрова местности, скорости ветра, коммуникаций и т. д. Кроме того, были доказаны преимущества налаживания местного горного семеноводства картофеля и возможности отказа от завоза посадочного материала из других стран.

#### Материал и методика

Для выявления степени поражения разных сортов картофеля грибковым заболеванием фитофторозом (*Phytophthora infestans* Ву.) – нами в течение 2010–2012 гг. были заложены полевые опыты в различных высотах над уровнем моря (800, 1200, 1600, 2000 и 2700 м) в условиях Гиссарской и Раштской долин Республики Таджикистан. Исходным материалом для проведения опытов служили здоровые элитные клубни сортов картофеля Кардинал (стандарт), Зарина, Пикассо, Жуковский ранний, Дусты и Файзабад. Схема посадки сортов была 70×20 см, повторность вариантов опытов была 4-кратная, размещением рендомизированной. В каждой делянке посадили по 50 шт. семенных клубней с диаметром 3,5–5,0 мм, с каждого сорта учетных растений составило 200 растений. Учет поражаемость растений фитофторой провели в фазе массового цветения. Агротехника возделывания на опытных участках была на основе принятой технологии в каждой зоне, и она в основном состояла из проведением посадки клубней, подкормки растений минеральными удобрениями (NPK) из расчета 150:180:100 кг/га, в виде действующего вещества, проведением 6 раз вегетативных поливов (в долине) и 10 раз в горной зоне.

#### Результаты исследований

Наши исследования показали поражения картофеля грибковым заболеванием фитофторозом (*Phytophthora infestans* Ву.) в зависимости от вертикальной зональности расположения посадок картофеля над уровнем моря (табл. 1).

Как видно из данных таблицы, высота над уровнем моря играет важную роль в поражении сортов картофеля фитофторозом. Например, если сорта картофеля на высоте 800 м над уровнем моря в среднем поражаются 24,67 %, то этот показатель на высоте 2700 м н. ур. м. составляет всего лишь 2,67 %. Это свидетельствует о том, что на высоте более 2500–2700 м н. ур. м. из-за чистоты воздуха, прохладной горной погоды и высокой солнечной инсоляции (особенно ультрафиолетовой части света), видимо, грибок фитофторы не сможет нормально развиваться и вызывать болезни растений картофеля. Наоборот, в условиях долины, где условия для нормального роста и развития гриба наиболее благоприятны (тепло, влажный и загрязненный воздух) степень поражения растений почти в десять раз больше, чем в горах.

Также нами установлено, что новые сорта картофеля Дусты и Файзабад в среднем по сравнению с другими сортами поражаются грибковым заболеванием фитофторы почти в 1,5–2,0 раза, что, видимо, связано с их генотипической особенностью.

Таким образом, следует отметить, что на поражаемость сортов картофеля фитофторой особую роль играет высота над уровнем моря

Таблица 1

Поражаемость сортов картофеля в фазе цветения в зависимости от вертикальной зональности над уровнем моря,  $n = 200$  растения (2010–2012 гг.)

Сорта картофеля	Поражаемость растений картофеля фитофторозом, %					
	800 м над ур. м.	1200 м над ур. м.	1600 м над ур. м.	2000 м над ур. м.	2700 м над ур. м.	Среднее
Кардинал (стандарт)	28,5	18,0	12,5	8,5	3,5	13,57
Пикассо	26,5	13,5	11,5	7,5	2,5	10,80
Зарина	25,5	12,5	10,0	7,5	3,5	10,30
Жуковский ранний	29,5	14,5	12,0	8,5	4,5	12,10
Дусты	19,5	8,0	6,0	3,5	0,5	6,80
Файзабад	18,5	9,0	4,0	3,0	1,0	6,50
Среднее	24,67	12,67	9,33	5,33	2,67	10,01
НСР <sub>05</sub>	1,3	1,6	1,4	0,9	0,5	1,2

по вертикальной расположенности зоны возделывания растений и генотипа сортов. В связи с этим в будущем необходимо семеноводческие посеы картофеля разместить на высокогор-

ной зоне республики, где мало встречаются грибковые болезни, переносчики вирусной и других болезней картофеля.

### Список литературы

1. *Партоев К.* Селекция и семеноводство картофеля в условиях Таджикистана. Душанбе: Изд-во Дониш, 2013. 190 с.

**К. Партоев, Н. Сайдалиев**

*Институт ботаники, физиологии и генетики растений  
АН Республики Таджикистан  
г. Душанбе, Таджикистан  
e-mail: pkurbonali@mail.ru*

## ТОПИНАМБУР (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) ПЕРСПЕКТИВНАЯ КУЛЬТУРА В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА

В связи с уменьшением запасов нефти и газа в последние годы во многих странах мира ведется поиск и изучение растений, биологическую массу которых можно было бы использовать как сырье для получения биоэтанола (биотопливо).

В этих целях уже нашли практическое применение некоторые зерновые, крестоцветные культуры и высокопродуктивные дикорастущие растения. По нашему мнению, к числу таких растений, отвечающих вышеперечисленным критериям, в условиях Таджикистана можно отнести топинамбур (земляная груша).

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – многолетнее травянистое растение высотой от 40 см до 2,5 м с прямостоячим ветвистым, густолиственным стеблем. Продолжительность вегетационного периода составляет 4,5–5 месяцев. Урожайность клубней в среднем составляет 15 т/га, суммарная продуктивность наземных органов – 70–90 т/га. В Таджикистане топинамбур стали культивировать в 40–50-х годах прошлого века [2].

Сведения о биологии топинамбура, агротехнике выращивания и практическом его использовании в Таджикистане, а также на территории бывшего СССР приводятся в работах [1, 3–5].

В настоящее время в Таджикистане выращивание этой культуры ограничено, во всяком случае, каких-либо достоверных сведений

о площадях, занятых под выращивание топинамбура и производстве продукции из него, не имеется [6].

В связи с этим цель нашей работы – изучить особенности роста и развития, биологическую продуктивность растений топинамбура и урожайность клубней в долине и в горной зоне и оценить перспективность использования топинамбура как продукта питания, корма для животноводства и сырья для получения биотоплива в будущем. Для решения этой цели нами были проведены исследования в течение 2012–2013 гг. по выращиванию топинамбура в условиях Гиссарской и Раштской долинах. Опыты проведены на богарных землях и при поливе без использования удобрений и при внесении в почву минеральных и органических удобрений, а также испытали возможность использования биомассы топинамбура (надземной зеленой массы и клубней) на корм скота.

### Материал и методика проведения исследований

Материалом для проведения наших исследований служили клубни топинамбура сорта «интерес» в виде первой клубневой репродукции, которые в 2011 г. были выращены в условиях Яванского района. Клубни данного сорта топинамбура нами были приобретены в общественной организации (ОО) «Консультативно-информационной сети» («КИС»).

Опыты по изучению роста и развития топинамбура были заложены в условиях Гиссарской и Раштской долин Республики Таджикистан в течение 2012–2013 гг.

В условиях Гиссарской долины были заложены следующие варианты опытов:

- а) посадка клубней при затенении, без полива (под деревьями в саду);
- б) посадка клубней без затенения тени, без полива;
- в) посадка клубней на поливном участке.

Во всех трех вариантах были внесены минеральные удобрения (NPK) (70:70:25 кг/га по действующему веществу). Кроме того, были заложены опыты по влиянию полива при разных вариантах внесения минеральных удобрений.

При посадке клубней топинамбура в Гиссарской долине на поливном участке были внесены следующие нормы минеральных удобрений:

1. Без удобрения (контроль).
2. NPK–I (50:50:25 кг/га по действующему веществу).
3. NPK–II (70:70:25 кг/га) по действующему веществу).
4. Органическое удобрение (жидкость от водной растений – эйхорния-2 из расчета 5 литров на 10 погонных метров путем выливания жидкости в центр рядов перед посадкой клубней топинамбура).
5. NPK–I (50:50:25кг/га по действующему веществу + эйхорния-2.

Эйхорния разнолистная (*Eichornia diversifolia*) – аквариумное растение семейства понтедериевые – Pontederiaceae. Природным местом обитания эйхорнии разнолистной являются водоемы Южной Америки. Это растение абсолютно неприхотливо, довольно просто размножается, за что и получило широкое распространение у аквариумистов. Из органической массы, разбавленной в воде части эйхорния-2, нами был получен с ООО «Фондаре» (Душанбе) и был внесен в почву при посадке клубней топинамбура.

В условиях Джиргитальского и Раштского районов было внесено NPK из расчета 50:50:25 кг/га по действующему веществу. Основную часть азотных удобрений, все дозы фосфорных и калийных удобрений вносили при посадке. На опытном участке деланки были размещены

рендомизированно, при трехкратной повторности. Схема посадки 70x35 см. На опытах на поливном участке было проведено за вегетацию 4 полива. Во время вегетации были проведены все учеты и наблюдения по росту и развитию растений по деланкам опыта, а учет урожайности был проведен на учетных рядах.

Во время вегетации растений, в конце августа, проведено определение площади листовой поверхности методом взятия высечек. Повторность опытов трехкратная, опыты рендомизированы. Схема посадки – 70x35 см, площадь питания одного растения составляла 2450 см<sup>2</sup> (70x35 см). Общее количество растений на 1 га равнялось 40816,2 (10000:0,245 м<sup>2</sup>).

В условиях Гиссарской долины на экспериментальном участке Института ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ, расположенном в восточной части города Душанбе на высоте 840 м н. ур. м. Посадку клубней топинамбура провели в середине апреля.

В условиях Раштской долины (Джиргитальский район на высотах 2100 и 2700 м н. ур. м. и Раштский район, на высоте 2300 м. н. ур. м.) посадку клубней топинамбура провели в третьей декаде мая.

Во время вегетации растений провели учеты всходов, наступления основных фаз развития растений, высоты растений, формирования и площади листьев, урожая общей биомассы и клубней топинамбура. Статистическую обработку данных провели по [7].

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

Как показали наши исследования в условиях Гиссарской и Раштской долин, можно вырастить хорошие урожаи топинамбура и на поливных, и на богарных землях (рис. 1 и 2).

На рис. 1 видно, что в среднем величина биомассы топинамбура на богарных землях составила 47,4 т/га, что свидетельствует об эффективности выращивания топинамбура на богарных землях республики. Установлено, что полив способствовал увеличению накопления биомассы топинамбура на 30,4 т/га (64,1 %) по сравнению с посадкой растений на богарном участке.

На рис. 2 видно, что в среднем урожай клубней топинамбура на богарных землях составил 15,73 т/га, что свидетельствует о высоком показателе продуктивности топинамбура при вы-

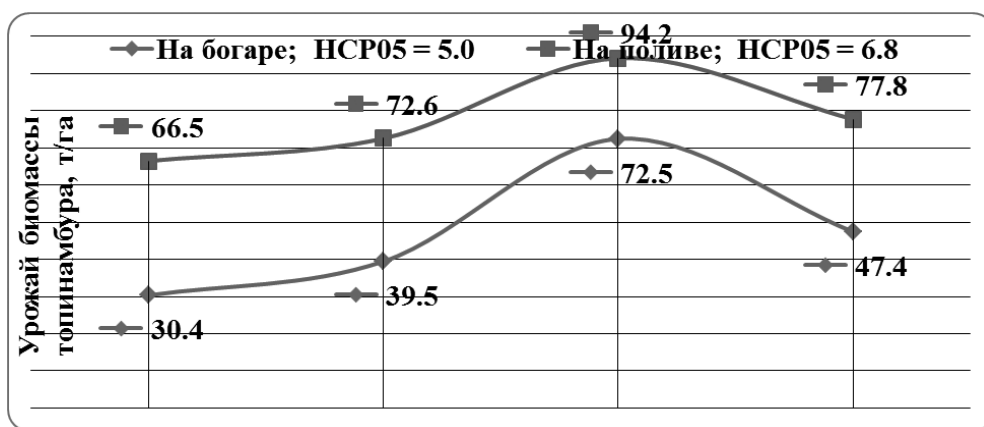


Рис. 1. Урожай биомассы топинамбура на богарных и поливных землях, т/га (расчетный, 2012–2013 гг.)

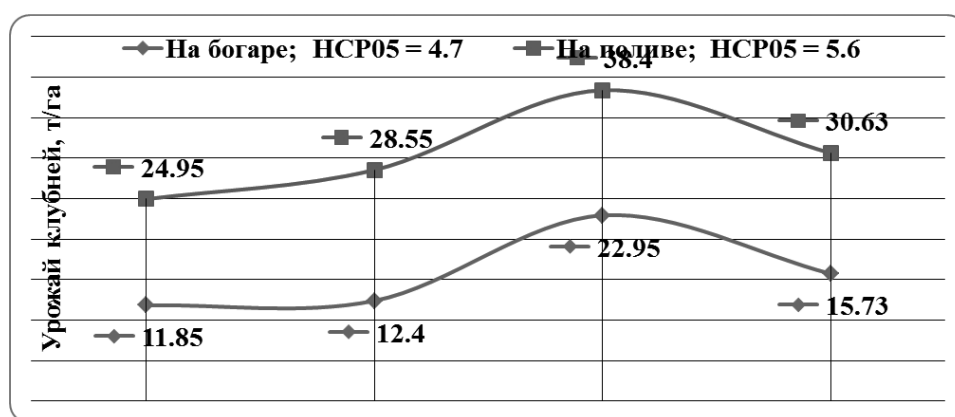


Рис. 2. Урожай клубней топинамбура на богарных и поливных землях, т/га (расчетный, 2012–2013 гг.)

ращивание без полива. Полив способствовал увеличению урожая клубней топинамбура на 14,9 т/га (94,7 %), по сравнению с выращиванием топинамбура на богарных землях.

#### Заключение

Проведенные исследования показывают, что в условиях Гиссарской и Раштской долин Таджикистана при выращивании топинамбура как на поливе, так и на богаре можно получить высокий урожай биомассы и клубней. В среднем за годы исследования на поливных землях Гиссарской и Раштской долин была получена общая биомасса топинамбура – 66,5–94,2 т/га, а на богарных землях – 30,4–72,5 т/га. Также был получен урожай клубней– 24,95–38,4 т/га

на поливных землях и 11,85–22,95 т/га на богарных землях. Установлено, что поливы способствуют увеличению биомассы топинамбура на 30,4 т/га (64,1 %), а урожая клубней на 14,9 т/га (94,7 %) по сравнению с выращиванием без проведения поливов.

Таким образом, разработаны и испытаны агротехнические приемы выращивания топинамбура, пути получения высоких урожаев его биомассы и клубней в условиях Гиссарской и Раштской долин, что является весьма перспективной основой для использования топинамбура, как высокоэффективного сырья для животноводства и для получения биоэтанола в условиях Таджикистана в будущем.

#### Список литературы

1. Вехов В. Н., Губанов И. А., Лебедева Г. Ф. Культурные растения СССР // Топинамбур (Земляная груша) – *Helianthus tuberosus* L. М., 1978. С. 312–314.
2. Литвинов В. Н. Земляная груша в Гиссарской долине Таджикской ССР : автореф. дисс. ... канд. с.-х. н. Сталинабад, 1958. 23 с.

3. Литвинов В. Н. Кормовые культуры Таджикистана. Душанбе, 1965. 295 с.
4. Касымов Дж. К. Сельскохозяйственные культуры Таджикистана. Душанбе, 1975. 162 с.
5. Энциклопедия сельского хозяйства Таджикистана. Т. 2. Земляная груша (Топинамбур). Душанбе, 1991. С. 69–70.
6. Партоев К., Сайдалиев Н., Рахимов А. Урожайность топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) в условиях Гиссарской и Раштской долин Таджикистана : сб. науч. трудов Международ. науч.-практ. конф. Алматы, 2013. С. 437–440.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1979. 416 с.

**K. Partoev, N. Saidaliev**

*Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Tajikistan, Dushanbe  
e-mail: pkurbonali@mail.ru*

## THE AMERICAN ARTICHOKE (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) PERSPECTIVE IN THE TAJIKISTAN'S CONDITIONS

**Summary.** Identification of the general size a biomass of american artichoke on the irrigation fields of Gissar and Rasht valleys fluctuates within from 66.5 to 94.2 t/hect. and on the rain field from 30.4 to 72.5 t/hect., yield of tubers from 24.95 to 38.4 t/hect. on the irrigation fields and from 11.85 to 22.95 t/hect. on rain fields. On the american artichoke average the biomass on the irrigation fields

makes 78.8 t/hect. and on rein fields 47.4 t/hect, and a crop of tubers accordingly 30.63 and 15.73 t/hect. that testifies to efficiency of cultivation american artichoke in irrigation and rein fields of our republic. The irrigation promote increase of biomass yield of american artichoke on 30.4 t/hect. (64.1 %), yield of tubers on 14.9 t/hect. (94.7 %) in comparison with cultivation without irrigation.

**А. Г. Пауков**

*Уральский федеральный университет  
г. Екатеринбург, Россия  
E-mail: alexander\_paukov@mail.ru*

## АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЭПИЛИТНЫМИ ЛИШАЙНИКАМИ С РАЗЛИЧНЫМИ ВТОРИЧНЫМИ МЕТАБОЛИТАМИ\*

Химизм субстрата является важнейшим фактором, определяющим видовой состав и структуру эпилитных лишайниковых группировок. Известно, что основное влияние на литофильные лишайники оказывает кислотность горной породы, вызванная прежде всего различиями в содержании кальция и кремнезема [2]. Горные породы, характеризующиеся высоким содержанием металлов, также имеют специфическую лихенофлору. Отчасти это может быть вызвано низкой кислотностью субстрата, связанной с окислением соединений серы [5], что само по себе ограничивает распространение видов, однако в этих условиях катионы ста-

новятся более подвижными и доступными лишайникам и могут легко поглощаться талломами [1]. На субстратах с нейтральной реакцией также обнаружены характерные виды, чье присутствие может быть связано с особенностями элементного состава горных пород [6].

Многие виды лишайников могут накапливать металлы в очень высоких количествах. При этом металлы не оказывают на лишайник заметного негативного воздействия [4]. Все виды-аккумуляторы содержат вторичные метаболиты – лишайниковые кислоты, которые рассматриваются как агенты биологического выветривания горных пород, связывающие

© Пауков А. Г., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Свердловской области (грант 13–04–96083 и 15–04–05971).

металлы и, имея кислую реакцию, растворяющие субстрат. В настоящее время известно, что их действие более разнообразно. Имея различные свойства, они способствуют выбору лишайником химически различных субстратов [3], способствуют минеральному питанию талломов на субстратах, где металлы находятся в дефиците или в химических соединениях, из которых лишайник, не содержащий вторичных метаболитов, не способен их извлечь.

Целью работы является изучение накопления элементов из субстрата лишайниками, имеющими вторичные метаболиты, обладающие различной активностью связывания с металлами. При выборе видов руководствовались тем, что лишайники должны быть близкородственными, произрастать на одном субстрате, встречаться совместно в лишайниковых группировках и иметь только одно лишайниковое вещество. Этим условиям соответствуют виды из рода *Aspicilia* – *A. cinerea* (L.) Körb. и *A. blastidiata*, содержащие депсидон норстиктовую кислоту, *A. goettweigensis* (Zahlbr.) Hue, содержащая депсидон стиктовую кислоту и *A. contorta ssp. hoffmaniana* S. Ekman & Fröberg с алифатическим соединением аспидицином. Норстиктовая и стиктовая кислоты отличаются по уровню связывания трехвалентного железа из раствора. Первая связывает его почти полностью, вторая – на 50 % [3].

Лишайники были собраны на территории Свердловской и Челябинской областей на серпентините. Содержание металлов в лишайниках и горных породах анализировалось методом атомно-адсорбционной спектроскопии с индуцированно связанной плазмой.

Серпентиниты, на которых собраны лишайники, характеризуются высоким содержанием магния и низким – кальция. Концентрация магния в исследованных серпентинитах превосходит концентрацию кальция в 7–63 раза. Кроме этих элементов, серпентиниты содержат существенное количество железа, хрома, марганца и никеля.

В слоевищах *Aspicilia cinerea*, *Aspicilia goettweigensis* и *Aspicilia contorta ssp. hoffmaniana* соотношение Mg/Ca варьирует от 0,28 до 0,58. В талломах *Aspicilia blastidiata* концентрация Mg превышает таковую Ca почти в 1,5 раза, несмотря на то, что он является наиболее активным поглотителем кальция. Кроме этого, данный вид содержит статистически более высокие уровни Co, Cr, Cu, Mn, Ni и Zn.

В соответствии с уровнем накопления в талломах элементы подразделены на две группы. Первая включает элементы, содержание которых в субстрате выше, чем в лишайниках. Это Ni, Fe, Co, Mn и Mg. Другие металлы, такие как Ca, Sr, Cu, Na, Zn и Cr, поглощаются лишайниками в концентрациях, превышающих содержание в субстрате в среднем в 3–11 раза. *Aspicilia blastidiata* является более активным накопителем Ca, Sr, Na, Fe и Mn по сравнению с другими видами.

Таким образом, среди изученных видов различия в составе вторичных метаболитов существенно не влияет на уровень накопления металлов, однако виды с норстиктовой кислотой проявляют большую аккумуляционную активность. Невысокий уровень накопления, возможно, связан с нейтральной реакцией породы и низкой подвижностью катионов. Тем не менее лишайники, не имеющие защитных тканей и, вероятно, механизмов активной регуляции содержания металлов, способны ограничивать поступление одних элементов и накапливать другие.

Наиболее активным накопителем металлов является облигатно серпентинофитный вид *Aspicilia blastidiata*, содержащий норстиктовую кислоту, который, являясь морфологически, генетически и химически близким к *Aspicilia cinerea*, тем не менее имеет существенно более высокий уровень накопления металлов. Это может свидетельствовать о роли как вторичных метаболитов, так и других факторов в накоплении тяжелых металлов.

### Список литературы

1. Bates J. W. The influence of metal availability on bryophyte and macrolichen vegetation of four rock types in Skye and Rhum // J. of Ecology. 1978. V. 66. P. 457–482.
2. Brodo I. M. Substrate ecology // The Lichens. New York and London: Academic Press, 1973. P. 401–441.
3. Hauck M., Huneck S., Elix J. A., Paul A. Does secondary chemistry enable lichens to grow on iron-rich substrates? // Flora. 2007. V. 202. P. 471–478.

4. Pawlik-Skowronska B., Purvis O. W., Pirszel J., Skowronski T. Cellular mechanisms of Cu-tolerance in the epilithic lichen *Lecanora polytropa* growing at a copper mine // *Lichenologist*. 2006. V. 38. P. 267–275.

5. Purvis O. W., Halls C. A review of lichens in metal-enriched environments // *Lichenologist*. 1996. V. 28. P. 571–601.

6. Rajakaruna N., Knudsen K., Fryday A. M., O'Dell R. E., Pope N., Olday F. C., Woolhouse S. Investigation of the importance of rock chemistry for saxicolous lichen communities of the New Idria serpentinite mass, San Benito County, California, USA // *Lichenologist*. 2012. V. 44. P. 695–714.

A. G. Paukov

Ural federal university, Ekaterinburg  
e-mail: alexander\_paukov@mail.ru

## ACCUMULATION OF HEAVY METALS BY SAXICOLOUS LICHENS WITH DIFFERENT SECONDARY METABOLITES

**Summary.** Accumulation of metals in four crustose lichens with different secondary chemistry growing on serpentinite was studied. *Aspicilia cinerea* and *Aspicilia blastidiata* contain depsidone norstictic acid, *Aspicilia goettweigensis* contains stictic acid, and *Aspicilia contorta* ssp. *hoffmanniana* contains aliphatic compound aspicilin. The highest average concentrations in lichens compared to serpentinite were found for Ca, Sr, Cu, Na,

Zn and Cr were 3–11 times greater in lichens compared to rocks and other elements such as Ni, Fe, Co, Mn, and Mg were equal or lower in the thalli compared to the substrate. Three species showed little differences in concentrations of the same metals but *Aspicilia blastidiata* which is obligate to serpentinite had statistically higher levels of most elements.

Н. В. Пашенова, Ю. Н. Баранчиков

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН  
г. Красноярск, Россия  
e-mail: pasnat@ksc.krasn.ru

## ОФИОСТОМОВЫЕ ГРИБЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД В СИБИРИ\*

Название «офиостомовые грибы» предложено для обозначения большой полифилетической группы сумчатых грибов со схожей морфологией телеоморфы, которая, как уже теперь доказано, является результатом гомоплазии (конвергентного развития) в ходе коэволюции с насекомыми. Научный интерес к данной группе грибов связан не только со сложностью систематики и филогении, но и с экономическим значением многих ее представителей (фитопатогены, возбудители синевы древесины) [13].

Для лесов Северной Евразии наибольшее значение имеют офиостомовые грибы из родов *Ceratocystis* Ell. & Halst., *Ceratocystiopsis* Upad. & Kendr., *Grosmannia* Goid. и *Ophiostoma* H. and P. Syd. Они обитают на древесных субстратах

и свойственная офиостомовым энтомохория у них проявляется через связь с насекомыми-ксилофагами. Насекомые, втачиваясь под кору живых или поваленных деревьев, доставляют споры грибов на благоприятный для их развития субстрат – непроводящую и проводящую зоны вторичной флоэмы (луба), откуда мицелий распространяется в живые клетки заболони, камбия, паренхимы сердцевинных лучей [16].

Часть офиостомовых грибов, которые можно классифицировать как «слабые патогены» (факультативные патогены) и истинные сапротрофы, обитает в тканях сильно ослабленных, отмирающих или поваленных деревьев пока сохраняется естественная влажность колонизируемого субстрата – 20–25 %. Именно

они являются причиной синевы лесоматериалов, глубоко проникающей в стволы по сердцевинным лучам [10, 15]

Другая часть грибов – фитопатогены (факкультативные сапротрофы) – в ходе эволюции приобрела толерантность к низкому содержанию кислорода и устойчивость к защитным веществам растения-хозяина, что позволяет им колонизировать проводящие ткани деревьев, еще не потерявших способность противостоять вредителям и инфекциям. Распространение мицелия фитопатогенов вокруг ходов переносчика затрудняет транспорт воды, органических и минеральных компонентов по стволу, а также «истощает» организм хозяина за счет увеличения расхода энергии и веществ на реализацию индуцированного защитного ответа [14, 16].

Анализ литературы показывает большой исследовательский интерес к офиостомовым грибам за рубежом, причем последние 50 лет работы были сфокусированы именно на фитопатогенах хвойных пород, связанных с физиологически опасными видами насекомых-ксилофагов [13]. В России фитопатогенный аспект офиостомовых грибов изучают с 90-х годов прошлого века в единственном научном центре – Институте леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. К настоящему времени охарактеризован состав доминирующих видов офиостомовых грибов, связанных с наиболее опасными аборигенными вредителями хвойных в сибирских лесах: короедом-типографом, большим лиственничным короедом, большим сосновым лубоедом, вершинным короедом и черным пихтовым усачом. По данным искусственной инокуляции установлены наиболее опасные фитопатогенные виды в Сибири [7]. Освещены также некоторые экологические аспекты: сукцессии офиостомовых грибов в поврежденных насекомыми деревьях [3, 4], взаимодействие фитопатогенов с растением-хозяином и представителями сапротрофной микобиоты на поверхности растений и в ходах переносчиков [1, 5], специфичность офиостомовых грибов в отношении разных видов хвойных [7, 11].

Наши материалы дополнили мировую базу данных по офиостомовым грибам, распространяемым ксилофагами с трансконтинентальными ареалами. Они содержат уникальные данные по грибам, чей ареал почти не выходит за

пределы России, например, виды, связанные с черным пихтовым усачем [12].

К сожалению, в настоящее время Россия серьезно отстает от других стран Северной Евразии в деле инвентаризации видового состава офиостомовых грибов и выявлении фитопатогенов, представляющих наибольшую опасность в лесном хозяйстве. Актуальны для России и задачи, выдвигаемые в этой области международным научным сообществом: 1) понимание механизмов, лежащих в основе взаимодействия офиостомовых грибов с древесными растениями, специфичности, устойчивости растений к патогенам и их переносчикам; 2) характер взаимодействия грибов и насекомых-переносчиков на организменном и популяционном уровнях.

С начала текущего века на юге Сибири на огромной территории, размером 700 на 700 км, функционируют многочисленные локальные очаги инвазийного тандема: уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandf. и офиостомовый гриб *Grosmannia aoshimae* (Ohtaka, Masuya & Yamaoka) Masuya & Yamaoka. Установлено, что этот инвазийный комплекс завезен и в европейскую часть России [6, 8].

Обосновавшиеся на новых территориях фитофаги-пришельцы, не имеющие истории взаимных адаптаций с аборигенной биотой и по этой причине ею не сдерживаемые, быстро превращаются во вредителей [2]. Исследование механизмов инвазий, помимо ясного прикладного выхода, может иметь важное значение для понимания эколого-эволюционных механизмов становления адаптаций между членами вновь формирующейся консорции. Понимание процессов адаптации организмов-инвайдеров к новой среде обитания позволит объяснить и предсказать успешность интродукции видов, оценить потенциалы инвазийности вредителей и фитопатогенов, а также устойчивости как новых видов хозяев, так и отдельных природных сообществ в возможных регионах инвазии. Стремительное продвижение на запад России дальневосточных инвайдеров уже привлекло пристальное внимание международных карантинных организаций. В частности, Европейская и Средиземноморская организация по защите растений провела оценку фитосанитарного риска уссурийского полиграфа [9], а стра-



ны Таможенного союза готовы включить его в инвазийных микоэнтомологических комплексов своей карантинный список. Разработки сибирских ученых по ключевым вопросам экологии становятся все более востребованными.

### Список литературы

1. Астраханцева Н. В., Пашенова Н. В., Петько В. М., Баранчиков Ю. Н. Реакция тканей ствола пихты сибирской и пихты белокорой на инокуляцию фитопатогенным грибом *Grosmannia aoshimae* (Ohtaka, Masuya et Yamaoka) Masuya et Yamaoka – ассоциантом уссурийского полиграфа // Изв. Санкт-Петербург. лесотех. академии. 2014. № 207. С. 142–153.
2. Баранчиков Ю. Н. Инвазии дендрофильных насекомых – источник хозяйственных проблем и полигон для эколого-эволюционных исследований // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых : материалы Всерос. конф. с международ. участием. Красноярск. 24–27 сентября 2012 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2012. С. 6–11.
3. Пашенова Н. В., Ветрова В. П., Матренина Р. М., Сорокина Е. Н. Офиостомовые грибы в ходах большого листовничного короада // Лесоведение. 1995. № 6. С. 62–68.
4. Пашенова Н. В., Вишнякова З. В., Ветрова В. П. Структурные изменения микобиоты коры и древесины хвойных в связи с их дефолиацией сибирским шелкопрядом и заселением стволовыми вредителями // Лесоведение. 1998. № 4. С. 11–19.
5. Пашенова Н. В., Лихута Я. И. Взаимоотношения грибов, распространяемых вредителями пихты сибирской, при лабораторном культивировании // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых : материалы Всерос. конф. с международ. участием. 25–27 сентября, г. Красноярск. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2012. С. 75–81.
6. Пашенова Н. В., Петько В. М., Керчев И. А., Бабичев Н. С. Перенос офиостомовых грибов уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) в Сибири // Изв. СПбЛТА. 2012. № 200. С. 114–120.
7. Пашенова Н. В., Полякова Г. Г., Афанасова Е. Н. Изучение грибов синевы древесины в хвойных лесах Центральной Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 26, № 1. С. 22–28.
8. Чилахсаева Е. А. Первая находка *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 (Coleoptera, Scolytidae) в Московской области // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. 2008. Т. 113, № 6. С. 39–42.
9. EPPO. Expert Working Group for performing a PRA on *Polygraphus proximus*. 2012. [Электрон. ресурс]. URL: [https://www.eppo.int/MEETINGS/2012\\_meetings/ewg\\_polygraphus.htm](https://www.eppo.int/MEETINGS/2012_meetings/ewg_polygraphus.htm) (дата обращения: 20.06.2014).
10. Gibbs J.N. The biology of Ophiostomatoid fungi causing sapstain in trees and freshly cut logs // *Ceratocystis and Ohiostoma*. Taxonomy, Ecology and Pathogenicity. St. Paul, MN: APS PRESS, 1999. P. 153–160.
11. Harrington T. C., Pashenova N. V., McNew D. L., Steimel J., and Konstantinov M. Y. Species delimitation and host specialization of *Ceratocystis laricicola* and *C. polonica* to larch and spruce // Plant Disease. 2002. V. 6, № 4. P. 418–422.
12. Jacobs K. M., Wingfield M. J., Pashenova N. V., and Vetrova V. P. A new *Leptographium* species from Russia // Mycological Research. 2000. № 104. P. 1524–1529.
13. Ophiostomatoid Fungi: Expanding Frontiers / K. A. Seifert, Z. W. de Beer, and M. J. Wingfield. Minnesota, St. Paul: APS PRESS, 2013. 337 p.
14. Paine T. D., Raffa K. f., Harrington T. C. Interactions among Scolitid bark beetles, their associated fungi and live host conifers // Annual Review of Entomology. 1997. № 42. P. 179–206.
15. Seifert, K. A. Sapstain of commercial lumber by species of *Ophiostoma* and *Ceratocystis* // *Ceratocystis and Ophiostoma*: Taxonomy, Ecology. Minnesota, St. Paul: APS PRESS, 1999. P. 141–151.
16. Six D. L., Wingfield M. J. The role of phytopathogenicity in bark beetle – fungus symbiosis: a challenge to the classic paradigm // Annual Review of Entomology. 2010. № 56. P. 255–272.

## OPHIOSTOMOID FUNGI OF CONIFERS IN SIBERIA

**Summary.** Paper deals with current problems and perspectives of studies on ophiostomoid fungi in Russia. Intensive investigations of ophiostomoid fungi in all countries of Northern Eurasia can be explained by their vast economic significance. V. N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences is the only one research institution in Russian Federation where these studies are implementing in full scale. A list of phytopathogens associated with main pests of Siberian forests is compiled; ecological peculiari-

ties of their interactions were studied. Such species as *Ips typographus*, *Ips subelongatus*, *Tomicus pini-perda*, *Ips acuminatus* and *Monochamus urussovi* are among these pests. Nowadays multidiscipline study on interaction within an invasive complex of four eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* and few associates fungal species on firs is conducted. Its' results will help to understand adaptation mechanisms of both groups of invaders (bark beetles and fungi) to the new environment.

К. О. Потапов

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
г. Казань, Россия  
e-mail: potapov\_ko@mail.ru

## ОБ ИСТОРИЧЕСКИХ ЭТАПАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ ИЗУЧЕНИЯ ГРИБОВ-МАКРОМИЦЕТОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Республика Татарстан расположена на востоке Восточно-Европейской равнины, в месте слияния двух крупнейших рек – Волги и Камы. Растительный и животный мир республики характеризуется большим видовым разнообразием, что определяется расположением в двух ландшафтных зонах. Лесом покрыто более 17 % территории, которая относится к зоне смешанных лесов и лесостепной зоне с характерными таежными и степными видами растений и животных. Здесь проходит южная граница естественного распространения ели и пихты, северная граница дуба и северо-восточная граница ясеня. [2].

Наиболее ранние сведения о грибах Республики Татарстан упоминаются в работе Н. В. Сорокина «Микологическія исследования», изданной в 1872 г. [13]. В третьем отделе от тиска автор приводит список из 157 видов, обнаруженных им на территории Казани и ее окрестностей. Примечательно что указанные виды относятся не только к макро- и микромицетам, но и предъявляют самые различные тре-

бования к условиям обитания. Здесь фигурируют паразиты животных и растений, различные сапротрофы, в т. ч. ксило- и копротрофы, а также грибы-микоризообразователи. Опубликованные виды относятся ко многим современным отделам царства грибов и грибоподобных протистов, в т. ч. к Ascomycota, Basidiomycota, Chytridiomycota, Zygomycota, Oomycota. Все это указывает на широкий кругозор автора и глубокую заинтересованность. В своей работе Николай Васильевич пишет: «Несмотря на важность и пользу, которую имеют списки растений известной местности, на долю грибов выпала самая грустная участь...». Несмотря на то, что с момента публикации этих строк прошло уже почти полтора века, в отношении ряда регионов страны актуальными они остаются и до настоящего момента.

К сожалению, несмотря на такое многообещающее начало, интерес к флористическим спискам грибов на территории Республики Татарстан исчезает на довольно продолжительное время. Следующий период изучения ма-

кро- и микроскопических грибов в республике, в основном связанный с работами в области фитопатологии, начинается в 20–30-е годы XX столетия. Среди работ этого времени встречаются такие: «Причины развития гнили у осины и меры борьбы с ней», «Причины заболевания сеянцев сосны в лесных питомниках Татарской республики», «Опыт по борьбе с грибными болезнями в полезащитных насаждениях», «Важнейшие грибные вредители лесов Казанского края» и ряд других [1, 9, 14, 15]. Эти работы принадлежат фитопатологам, активно изучающим негативное влияние паразитических грибов в условиях ТАССР, А. А. Юницкому, П. Г. Трошанину, В. С. Ермиловой, В. В. Гуляеву, А. Ф. Григорьеву, Н. М. Ведерникову, Н. П. Аriskиной и др. [4, 6, 7]. Без сомнения, практическая значимость подобных работ велика, однако имеет самое посредственное отношение к изучению биоразнообразия. В частности, число грибов-макромицетов, к которым в рамках данных исследований относится узкий круг паразитов-кислотрофов, ограничивается десятком видов.

В 1938–1940 гг. на территории современного Волжско-Камского природного биосферного заповедника, а тогда «Раифского леса», и его ближайших окрестностей активно собирает микологический материал Любовь Николаевна Васильева, по результатам чего значительно позже, в 1977 году, публикуется статья с перечнем обнаруженных грибов макромицетов [3]. Список ограничивается представителем двух крупных классов грибов – Ascomycetes и Basidiomycetes. Несмотря на то, что, как пишет автор, вегетационные периоды тех лет выдались сухими, всего в списке значится 671 вид, что составляет порядка 60 % всех видов грибов, обнаруженных за весь период изучения видового разнообразия Республики Татарстан. Часть гербария того времени сохранилась в ботаническом музее К(П)ФУ. Стоит сказать, что среди сборов Любви Николаевны также встречаются материалы, собранные Агнией Дмитриевной Плетневой-Соколовой. Агния Дмитриевна активно занималась изучением лесов Татарии и Чувашии, материалы которого легли в основу ее кандидатской диссертации. С 1938 по 1941 г. трудилась научным сотрудником на кафедре общего земледелия Казанского сельскохозяйственного института, а с 1941 г. начинает рабо-

тать в краеведческом музее Чувашской АССР [5].

В 80-е годы на территории Волжско-Камского заповедника и прилегающих территорий начинает работать Галина Александровна Юпина [16]. Сфера ее интересов – афиллофоровые грибы и их зависимость от степени антропогенного влияния в естественной и искусственной среде. В диссертации Галины Александровны «Экология афиллофоровых грибов лесных биогеоценозов Волжско-Камского заповедника и прилегающих антропогенных территорий» представлена информация о видах трутовых и кортициоидных грибов, значительно пополнившая сведения о видовом разнообразии грибов РТ. С того момента Галина Александровна опубликовала более двух десятков статей о видовом составе, экологии и охране биоразнообразия грибов, а также их использовании в целях биоиндикации [17].

За последние десятилетия список видов грибов стремительно пополняется и уже достигает тысячи, что, на наш взгляд, лишь не более половины от реального разнообразия макроскопических видов. Стоит отметить, что этот перечень не включает лишенизированные грибы и микромицеты. По данным Евстигнеевой А. С. и Евстигнеева В. Ю. в настоящее время лишенофлора Республики Татарстан насчитывает 401 вид [8]. Современные инвентаризационные исследования ведутся в различных направлениях с целью как можно большего охвата территории и описания самых разнообразных групп макромицетов [10–12].

Таким образом, история микологических исследований в республике отличается крайней непостоянностью и несвязанностью отдельных периодов, тем не менее, представляет значительный интерес. По результатам разностороннего изучения микобиоты за прошедшие полтора века в совокупности с лишайниками обнаружено более 1400 видов макроскопических грибов. Однако высокий потенциал природных сообществ Республики Татарстан требует дальнейшего более глубокого изучения. Так, к наиболее обследованным районам республики относятся северные: Зеленодольский, Арский, Верхнеуслонский, Елабужский, Тукаевский и пр. Почти не изученным остаются многие центральные районы и большинство

южных. С учетом крайне выраженной природной зональности Татарстана в направлении с севера на юг, представляется интерес в обследовании наиболее удаленных и зачастую труднодоступных южных широколиственных и открытых степных сообществ. Важно отметить, что неравномерный территориальный охват в упомянутых ранее работах накладывается и на неравномерное обследование тех или иных групп грибов. Так, например, среди уже выяв-

ленных видов подавляющее большинство нелекенизированных относится к базидиальным макромицетам, тогда как аскомицеты занимают лишь небольшую долю и указываются только для Волжско-Камского государственного заповедника и национального парка «Нижняя Кама». Кроме того, слабо изученным остаются агарикоидные, клавариоидные и кортициоидные грибы.

### Список литературы

1. Арискина Н. П. Опыт по борьбе с грибными болезнями в полезащитных насаждениях // Уч. записки Казан. ун-та. Казань. 1956. Т. 116, кн. 1. С. 191–194.
2. Атлас Республики Татарстан / под ред. Б. Г. Петрова. СПб.: Иван Федоров, 2005. 215 с.
3. Васильева Л. Н. Грибы макромицеты Раифского участка Волжско-Камского заповедника // Труды Волжско-Камск. гос. заповедника. Вып. 3. Казань: Татарское книжное изд-во, 1977. С. 3–60.
4. Ведерников Н. М. Биофенология гриба *Phacidium infestans* Karst., ее особенности и характер вызываемой им болезни в условиях Татарской АССР // Изв. высших учебных заведений. Лес. журнал. 1965. № 5. С. 40–43.
5. Головина Н. В. К 115-летию А. Д. Плетневой-Соколовой // Естественнонаучные исследования в Чувашии : материалы докл. конф. Чебоксары: Новое время, 2014. С. 100–105.
6. Григорьев А. Ф. Зараженность лиственных лесов грибными вредителями (Черемшанское лесничество ТАССР) // Труды об-ва изучения Татарстана. Т. 3. Казань, 1930. С. 3–50.
7. Гуляев В. В. Важнейшие грибные болезни сеянцев лиственных пород в Татарской АССР и меры борьбы с ними // Сб. статей по лесному хозяйству. Казань: Таткнигоиздат, 1954. С. 129–144.
8. Евстигнеева А. С., Евстигнеев В. Ю. Таксономический анализ лихенофлоры Республики Татарстан // Уч. записки Казанск. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2009. Т. 151, кн. 2. С. 212–223.
9. Ермилова В. С. Причины развития гнили у осины и меры борьбы с ней // Труды Всесоюз. науч.-исслед. ин-та лесного хозяйства. Вып. 10. Пушкино, 1939. С. 69–77.
10. Потапов К. О. О роде *Geastrum* Pers. (Geastraceae) на территории Татарстана // Бот. заметки. № 1. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2010. С. 37–38.
11. Потапов К. О. Трутовые грибы национального парка «Нижняя Кама» // Бот. заметки. № 4. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2013. С. 30–36.
12. Потапов К. О. Новые виды афиллофороидных и гастероидных базидиомицетов на территории Республики Татарстан // Вопросы общей ботаники – традиции и перспективы : сб. трудов II Международ. интернет-конференции. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2011. С. 110–114.
13. Сорокин Н. В. Микологические исследования. Казань: лито-тип. К. А. Тилли, 1874. 50 с.
14. Трошанин П. Г. Причины заболевания сеянцев сосны в лесных питомниках Татарской Республики. Казань, 1932. 40 с.
15. Юницкий А. А. Важнейшие грибные вредители лесов Казанского края // Дневник Всесоюз. съезда ботаников в Ленинграде в янв. 1928 года. Л.: Изд. Гос. рус. ботан. о-ва, 1928. С. 191–192.
16. Юпина Г. А. Экология афиллофоровых грибов лесных биогеоценозов Волжско-Камского заповедника и прилегающих антропогенных территорий : автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Л, 1987. 19 с.
17. Юпина Г. А., Калимулина С. Н., Ольшевская Е. Е. К использованию дереворазрушающих грибов в качестве биоиндикаторов тяжелых металлов // Микология и фитопатология. 1986. Т. 20, № 6. С. 478–480.

## ON HISTORICAL STAGES AND PERSPECTIVES OF FUNGI STUDIES IN TATARSTAN REPUBLIC

**Summary.** This article describes the main historical stages of study of morphology, ecology and specific variety of fungi in Tatarstan. Here it is told about operations of mycologists and their results.

Besides, data on a level of study of mushrooms are provided in different regions of Tatarstan and perspectives of researches.

О. О. Предтеченская

Институт леса Карельского НЦ РАН  
г. Петрозаводск, Россия  
e-mail: opredt@krc.karelia.ru

## АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ЗАОНЕЖСКОГО ПОЛУОСТРОВА, РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ

В настоящее время на территории Карелии зарегистрировано 774 вида агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 113 родам, 31 семейству, 4 порядкам. Систематическое положение таксонов приведено в соответствии с данными интернет-ресурса Index Fungorum ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)) [7]. Микобиота различных районов республики изучена крайне неравномерно, в настоящее время планируется создание ряда новых региональных заказников, обновлена Красная книга Республики Карелия [2], в которой значительное место уделено грибам. Тем не менее инвентаризация макромицетов еще не закончена, а усиление антропогенного воздействия на леса таежной зоны диктуют необходимость ее продолжения. Возрастает важность работ по выявлению редких и нуждающихся в охране видов макромицетов.

На территории Заонежского полуострова исследования биоты агарикоидных базидиомицетов проводились нами в 2010–2012 гг. В 2010 г. были обследованы массивы коренных лесов, находящихся вблизи д. Шайдома и п. Великая губа. В 2012 г. велась работа в материковой части заказника «Кижский» на о. Кижы, а также на территории планируемого ландшафтного заказника «Заонежский».

Заонежский полуостров расположен в Кондопожском и Медвежьегорском районах Карелии, имеет площадь около 200 тыс. га, с восто-

ка, юга и запада ограничивается береговой линией Онежского озера. К территории Заонежья относится также и Кижский архипелаг. Этой территории присущи наиболее мягкие для Карелии климатические условия. Полуостров находится в пределах среднетаежной подзоны Фенноскандии [4]. Лесной покров полуострова отличается очень высоким естественным ценогическим разнообразием и мозаичностью, здесь представлены как хвойные – еловые и сосновые леса различного типа, так и березовые древостои. Коренные леса на этой территории сохранились в наиболее труднодоступных местообитаниях небольшими участками. Велика доля высоковозрастных лесов (возраст не менее 120–140 лет), которые близки к коренным лесам на начальных стадиях естественного цикла развития в пожарном и ветровальном режимах [4]. На о. Кижы леса вырублены, древесная растительность сохранилась только в прибрежной зоне и представлена преимущественно вязом гладким и шершавым, ольхой черной, ивой козьей, рябиной обыкновенной.

Согласно биогеографическому районированию, данная территория расположена в Заонежском флористическом районе [3] или биогеографической провинции *Karelia onegensis* (Kon) [8]. Эта провинция является наиболее хорошо изученной в Карелии, поскольку в ее пределах находится заповедник «Кивач», изу-

чение грибов в котором ведется с 30-х годов XX в. [1, 5, 9]. Для биогеографической провинции известно 456 видов агарикоидных грибов из 96 родов, 28 семейств, 4 порядков.

На территории Заонежского полуострова зарегистрировано 150 видов агарикоидных базидиомицетов из 48 родов, 24 семейств, 3 порядков (табл. 1). Собранные образцы хранятся в гербарии Института леса Карельского научного центра РАН (PTZ).

Наибольшее количество видов отмечено для семейств Amanitaceae, Cortinariaceae, Tricholomataceae, Russulaceae (табл. 1). Из видов, включенных в Красную книгу Республики Карелия [2, 6], отмечены *Amanita virosa* (Fr.) Bertill., *Cortinarius violaceus* (L.) Gray, *Leccinum percandidum* (Vassilkov) Watling.

По трофической принадлежности среди агарикоидных грибов преобладают микоризообразователи (100 видов, 61,8 %), что характерно для бореальных лесов. Из сапротрофов преобладают ксилотрофы (29 видов, 19,1 %) и подстилочные сапротрофы (14 видов, 9,2 %). Доля микоризообразователей и ксилотрофов несколько выше, чем в целом по Карелии и биогеографической провинции *Kon* (рис. 1).

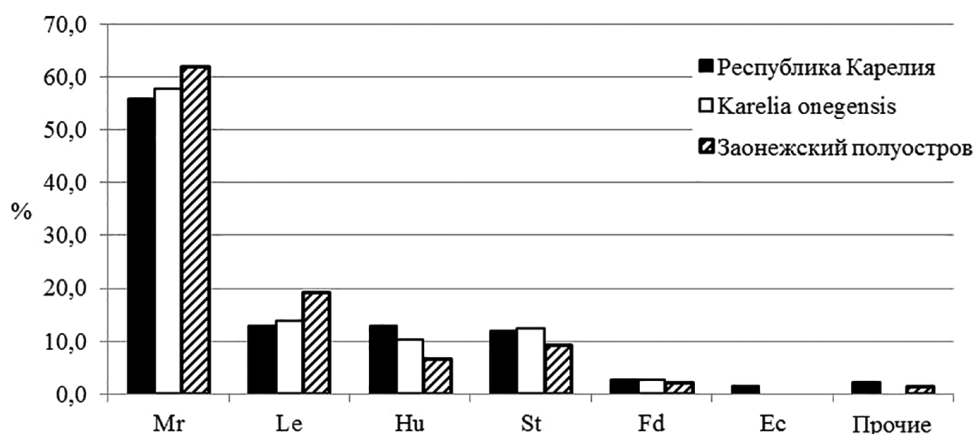
Из микоризообразователей только с березой связаны 24 вида, с сосной – 27, елью – 12, с осинной – 1.

Краткосрочные исследования микобиоты Заонежского полуострова показали, что эти леса являются ценными для Республики Карелия в плане сохранения биоразнообразия и заслуживают охраны.

Таблица 1

Таксономическая структура агарикоидных базидиомицетов Заонежского полуострова

Порядок, семейство (кол-во родов/кол-во видов)	Роды (количество видов)
<b>Agaricales</b>	
Agaricaceae (3/6)	Agaricus (1), Cystoderma (2), Lepiota (3)
Amanitaceae (1/10)	Amanita (10)
Cortinariaceae (1/16)	Cortinarius (16)
Entolomataceae (1/1)	Entoloma (1)
Hydnangiaceae (1/2)	Laccaria (2)
Hygrophoraceae (3/7)	Ampulloclitocybe (1), Hygrocybe (5), Hygrophorus (1)
Inocybaceae (1/3)	Inocybe (3)
Lyophyllaceae (2/2)	Lyophyllum (1), Ossicaulis (1)
Marasmiaceae (2/5)	Gymnopus (2), Marasmius (3)
Marasmiaceae (3/3)	Megacollybia (1), Mycetinis (1), Rhodocollybia (1)
Mycenaceae (2/6)	Mycena (5), Xeromphalina (1)
Physalacriaceae (1/1)	Armillaria (1)
Pleurotaceae (1/3)	Pleurotus (3)
Pluteaceae (1/5)	Pluteus (5)
Psathyrellaceae (3/4)	Coprinellus (1), Coprinopsis (1), Psathyrella (2)
Strophariaceae (7/9)	Agrocybe (1), Galerina (2), Gymnopilus (1), Hypholoma (2), Kuehneromyces (1), Pholiota (1), Stropharia (1)
Tricholomataceae (5/11)	Arrhenia (1), Clitocybe (3), Infundibulicybe (1), Tricholoma (5), Tricholomopsis (1)
<b>Boletales</b>	
Boletaceae 3/9)	Boletus (4), Leccinum (4), Tylopilus (1)
Gomphidiaceae (1/2)	Gomphidius (2)
Paxillaceae (1/1)	Paxillus (1)
Rhizopogonaceae (1/1)	Rhizopogon (1)
Suillaceae (1/3)	Suillus (3)
Tapinellaceae (1/1)	Tapinella (1)
<b>Russulales</b>	
Russulaceae (1/39)	Lactarius (17), Russula (22)
24 (48/150)	150



Условные обозначения: Mr – микоризообразователи, Le – ксилосапротрофы, Hu – гумусовые сапротрофы, St – подстилочные сапротрофы, Fd – сапротрофы опада, Ec – копротрофы.

Рис. 1. Эколого-трофические группы агарикоидных базидиомицетов Карелии, биогеографической провинции Коп и Заонежского полуострова

### Список литературы

1. Бондарцева М. А., Крутов В. И., Лосицкая В. М., Яковлев Е. Б., Скороходова С. Б. Грибы заповедника «Кивач» (Аннотированный список видов). М., 2001. 90 с.
2. Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск, 2007. 368 с.
3. Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л., 1983. 216 с.
4. Сельговые ландшафты Заонежского полуострова: природные особенности, история освоения и сохранение / ред. А. Н. Громцев. Петрозаводск, 2013. 180 с.
5. Фрейндлинг М. В. Материалы к флоре шляпочных грибов заповедника «Кивач» Карело-Финской ССР // Изв. Карело-Финского фил. АН СССР. 1949. № 4. С. 84–97.
6. Шубин В. И., Предтеченская О. О. Сумчатые и базидиальные напочвенные грибы, включенные в последнее издание Красной книги Республики Карелия // Труды КарНЦ РАН. 2009. № 1. С. 38–42.
7. *Index Fungorum*. CABIDatabase. URL: <http://www.indexfungorum.org>, 2015 (дата обращения: 10.02.2015).
8. Mela A. J., Cajander A. K. Suomen kasvio. Helsinki, 1906. 763 p.
9. Salo K. Kivatsu, luonnonsuojelualue Karjalan ASNT:ssa. (Kivatsu, nature reserve in the Karelian Autonomic Socialist Republik) // Luonnon Tutkija. 1986. № 90. P. 100–106.

**О. О. Predtechenskaya**

*Forest Research Institute KarRC RAS, Petrozavodsk  
e-mail: opredt@krc.karelia.ru*

### AGARICOID BASIDIOMYCETES ON THE ZAONEZHISKY PENINSULA, REPUBLIC OF KARELIA

**Summary.** Biodiversity of Agaricoid Basidiomycetes on the Zaonezhsky Peninsula was estimated. 150 species of Agarics belonging to 48 genera, 24 families, 3 orders were discovered. More

than 60 % are mycorrhizal fungi. Wood-inhabitant fungi (about 19 %) dominated among saprotrophic species.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЫ КЫРГЫЗСТАНА

В условиях Чуйской долины, где сосредоточены большие площади яблоневых садов в Кыргызстане, одним из важнейших факторов снижения урожайности и качества плодов этой культуры является сильная зараженность вредителями и болезнями. Среди последних особо опасна парша (возбудитель – сумчатый гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter). В отдельные наиболее влажные годы бывает невозможно найти ни одного здорового плода и листа.

По нашим многолетним данным (2007–2014 гг.), первые признаки парши (мелкие пятна на листьях) в наиболее теплые годы могут проявляться уже во второй декаде апреля, но чаще (в обычные годы) – в начале мая. В дальнейшем происходит постепенное нарастание болезни примерно до первой декады июня. После с установлением жары и засушливого периода распространенность и развитие болезни визуально несколько приостанавливается, но затем в конце июля – начале августа наблюдается новый всплеск, и порой развитие болезни приобретает ко времени уборки урожая эпифитотийный характер. Однако, например, в 2014 г. из-за аномальной жары и засухи даже в сентябре заболевание практически нигде не проявилось.

В связи с тем, что многие сады располагаются на склонах, характер местного рельефа

может влиять на микроклиматические особенности в разных частях плантаций, что в свою очередь отражается на развитии парши. Однако, это происходит в разные годы по-разному. Так, в 2007 г. при сравнительном анализе двух садовых участков Бишкека (верхнего – северного и нижнего – южного; перепад высот около 100 м) различия пораженности плодов одного сорта «Айдоред» на больших выборках были в пределах нескольких процентов: пораженности – 53 и 56 %, степени развития – 20 и 21 %, соответственно. А в 2010 г. аналогичное исследование там же показало, что различия указанных показателей может достигать 10–15 %, что существенно.

Пораженность яблони паршой сильно зависит и от сортовых особенностей (табл. 1), причем это четко проявляется в большей или меньшей мере как во влажные, так и в засушливые годы. Среди наиболее часто выращиваемых в регионе сортов нет ни одного полностью невосприимчивого. Сильнее всего болезнью поражается, к сожалению, один из наиболее популярных старых сортов – «Голден делишес» с высокими вкусовыми качествами и хорошей лежкостью плодов. Наиболее устойчивыми против парши яблони проявили себя сорта «Память воину», «Кыргызское зимнее» (высокие вкусовые качества) и «Еллоуспур».

Таблица 1

Распространение и развитие парши яблони на Аламудунском госсортухастке  
(предгорная зона Кыргызского хребта, 2007–2013 гг.)

Сорта и гибриды	На листьях		На плодах	
	распространение	развитие	распространение	развитие
Еллоуспур	57–73	24–31	47–55	13–19
Кыргызское зимнее	38–66	14–21	42–51	9–14
Голден делишес	86–100	92–100	85–100	57–68
Айдоред	57–72	16–23	46–54	10–18
Память воину	36–61	11–19	37–47	7–13
Сувенир	52–74	18–25	45–56	12–19



## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF DISEASES STUDY ON APPLE IN CHUY VALLEY (KYRGYZSTAN)

**Summary.** During 8 years (2007–2014) in the Chui valley of Kyrgyzstan studied the environmental aspects of the development of apple scab (causal

agent *Venturia inaequalis*). A key role in the development of this disease play a humidity-thermal conditions and varietal susceptibility.

В. П. Прохоров

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: prokhorovvp@mail.ru

## НАРОДНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ ГРИБОВ – НЕОБХОДИМОСТЬ ИЛИ ИГРА?

Существующий кодекс ботанической номенклатуры требует однозначности, недвусмысленности наименований таксонов любых таксономических групп организмов, в том числе грибов. Для этого им присваиваются предложенные еще К. Линнеем латинские бинарные наименования. Этот метод успешно и эффективно используется уже более 250 лет, применяя который мы легко связываем конкретный организм, таксон с его наименованием. Такой метод в течение длительного времени не вызывал каких-либо сомнений и нареканий.

Однако следует обратить внимание в первую очередь микологов и альгологов на распространяющуюся тенденцию использования русских (народных) названий грибов и водорослей. Редакции, главным образом популярных изданий (атласы, определители макромицетов и т. д.), требуют приводить переводы латинских наименований таксонов на русский язык. Это явление возникло в 1941 г. (Гутнер, Головные грибы), а затем прочно закрепилось начиная с 1952–1953 гг. (Коссинская, Голлербах) в профессиональных определителях пресноводных водорослей. В этих изданиях наряду с латинскими названиями таксонов приведен их прямой перевод на русский язык. Можно предположить, что это сделано с благим намерением популяризировать грибы и водоросли среди не профессионалов. Однако бессмысленность этого начинания очевидна.

В последние десятилетия приведение национальных названий, вероятно, является прямым подражанием практики принятой во многих западных странах. Действительно, в микологических изданиях Франции, Чехии, Великобритании, Италии и др. стран наряду с научными терминами приведены местные, народные наименования. Использование местных, национальных наименований связано с многими десятилетия существующими в этих странах региональных микологических обществ, практикующими ежегодные квалифицированные экскурсии по сбору и определению грибов (главным образом, макромицетов). Но специалистам микологам бытовые названия ничего не говорят, и в России подобных обществ с многолетним опытом работы просто нет!

Попытки внедрения русских наименований грибов приводят к их неоднозначности, связанной с различиями названий одних и тех же таксонов в разных регионах страны. Примеров тому множество. Достаточно привести несколько наименований из книги Булгакова К. (2012) «Малоизвестные съедобные грибы». *Morchella esculenta* – сморчок съедобный (прямой перевод), С. обыкновенный, С. настоящий (оба не соответствуют значению латинских наименований). *Clavulina coralloides* – клавулина гребенчатая, рогатик гребенчатый (*coralloides* – коралловидный), *Clavariadelphus pistillatus* – тоже Рогатик (как и *Clavulina*) пестиковый,

Р. булавовидный (не соответствует латинскому биному). *Verpa bohemica* – сморчковая шапочка, верпа чешская, сморчок нежный, богемский сморчок, колпачок (напоминает колпак кольчатый – *Rozites caperata*). И таких наименований можно привести множество. Приведенные переводы либо произвольные, не соответствующие значению латинских бинотов, а если дается их калька, то в русском языке зачастую такие названия бессмысленны. И еще одно замечание, касающееся микромицетов и микроводорослей, для которых также пытаются давать русский перевод. В этом случае его невозможно обосновать их популяризацией, поскольку об их существовании, кроме специалистов микологов и альгологов, вряд ли кто знает! И потому русские названия абсолютно не имеют смысла.

Лет 10–15 назад было высказано предложение о создании правил номенклатуры русских

наименований. Но ведь уже существует международный кодекс номенклатуры, регулярно корректируемый Комитетом по номенклатуре Ботанического конгресса! И есть ли смысл создавать параллельный кодекс правил русских названий? Номенклатура, как известно, может изменяться в связи с изменениями таксономического положения таксонов, и как быть в этом случае с русскими названиями видов, перенесенных в другой род?

По моему твердому убеждению, внедрение бытовых наименований грибов и водорослей, тем более микроскопических, абсолютно не имеет практического смысла. И необходимо убедить редакции отказаться от этой практики. А попытки русификации названий следует рассматривать всего лишь в качестве игры, по принципу «у нас тоже как и на западе».

Е. В. Рахимова, Г. А. Нам, Б. Д. Ермакова,  
А. М. Асылбек, Ж. М. Такиева

Институт ботаники и фитоинтродукции КН МОН РК  
г. Алматы, Казахстан  
e-mail: evrakhim@mail.ru

## К МИКОБИОТЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «АЛТЫН-ЭМЕЛЬ» (КАЗАХСТАН)\*

Государственный национальный природный парк «Алтын-Эмель» создан Постановлением Правительства Республики Казахстан № 460 от 10 апреля 1996 г. на базе Капчагайского государственного охотничьего хозяйства. Он расположен на территории Кербулакского и Панфиловского районов Алматинской области. Центральная усадьба находится в поселке Басши, в 250 км от г. Алматы. Общая площадь парка – 459 620 га и охватывает северную часть акватории Капчагайского водохранилища и правобережье р. Или, опустыненные горы Малые и Большие Калканы (обнаженного типа, с интенсивным разрушением горных пород), меловые горы Актау, сложенные осадками кайнозоя, горы Катутау (1630 м н. ур. м.) в виде неширокой холмисто-увалистой гряды с платообразными вершинами, составленными из красных глин и голубовато-серых известня-

ковых песчаников третичного периода, самые крайние юго-западные отроги Джунгарского Алатау (Шолак (1785 м над ур. м.), Дегерес, Матай), южный склон хребта Алтын-Эмель, достигающего высоты 2928 м н. ур. м., и часть хребта Кояндытау, а также обширную межгорную долину Кобыролен [1].

На всех высотных уровнях широко распространены выровненный пологоволнистый рельеф, чередующийся с внутригорными депрессиями, а также низкогорный рельеф с дробным расчленением, близкий к мелкосопочнику.

Климат Алтын-Эмеля резко континентальный, засушливый, с малым количеством осадков, теплым летом, сухой осенью, холодной малоснежной зимой, интенсивной дождливой весной, значительной солнечной инсоляцией [1].

Запас водных ресурсов незначительный. Большинство рек относится к бассейну р. Или. Некоторые из них не достигают р. Или в связи с сильной жарой или использованием для орошения.

В полупустынном и пустынном поясах развиты черноземные (южные) и светло- и темно-каштановые (карбонатные) горно-степные почвы, а также маломощные почвы пустынных низкогорий, горных шлейфов и подгорных равнин, сложенных бурыми, серо-бурыми пустынными почвами и сероземами. В первом случае материнскими породами являются делювиально-пролювиальные лессовидные тяжелые и средние суглинки, а во втором – элювиальные суглинки, галечниковые и гипсоносные третичные отложения, лессовидные супеси и суглинки.

При выполнении научных исследований по проекту «Скрининг дикорастущих злаков Казахстана на устойчивость к патогенным грибам как научная основа селекционной работы» с 26 по 30 мая 2014 года было проведено микологическое обследование на территории национального парка «Алтын-Эмель», результаты которого представлены в предлагаемой статье.

При анализе видового состава микобиоты национального парка использована система Ainsworth and Bisby's [2]. Названия видов питающих растений приняты по С. К. Черепанову [3], названия видов грибов и авторы приведены в соответствии с базой данных Index Fungorum [4], мучнисторосяных грибов (по Е. В. Рахимовой с соавторами [5]).

На территории национального парка «Алтын-Эмель» зарегистрированы 39 видов грибов: 35 видов микро- и 4 вида макромикетов, относящихся к 5 классам, 4 подклассам, 7 порядкам, 11 семействам (без анаморфных грибов), 26 родам.

Класс Ascomycetes представлен тремя подклассами, из которых самым многочисленным является подкласс Erysiphomycetidae, включающий 9 видов мучнисторосяных грибов, относящихся к 6 родам, семейству Erysiphaceae и порядку Erysiphales. Все представители этого подкласса являются облигатными паразитами сосудистых растений. Наиболее часто встречается вид *Blumeria graminis* (DC.) Speer, обнаруженный в различных точках национального

парка на *Bromus sp.*, *Poa angustifolia* L. и *P. bulbosa* L. Подкласс Dothideomycetidae представлен порядком Dothideales, семейством Dothideaceae и одним видом – *Scirrhia rimosa* (Alb. & Schwein.) Fuckel, отмеченным на *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. в ущелье Узын-Булак хребта Алтын-Эмель. Подкласс Sordariomycetidae на территории национального парка насчитывает два порядка Phyllachorales и Sordariales. Первый порядок представлен семейством Phyllachoraceae с видом *Phyllachora graminis* (Pers.) Fuckel, являющимся широко распространенным паразитом злаков. Нами он отмечен в ущелье Узын-Булак на *Calamagrostis sp.* Порядок Sordariales представлен семейством Coniochaetaceae с одним видом *Coniochaeta niesslii* (Auersw.) Cooke, обнаруженным на *Berberis sphaerocarpa* Kar. & Kir. в горах Орикты.

Класс Basidiomycetes, подкласс Agaricomycetidae на территории национального парка представлены незначительно, всего четырем видами, из которых три относятся к порядку Agaricales. Представитель семейства Agaricaceae *Tulostoma volvulatum* I. G. Borshch. (рис. 1) обнаружен в саксаульниках пустыни между горами Катутау и Актау, там же отмечен вид *Phellorinia herculeana* (Pers.) Kreisel (семейство Phelloriniaceae). В ущелье Узын-Булак хребта Алтын-Эмель зарегистрирован представитель семейства Lycoperdaceae *Bovista plumbea* Pers. Из порядка Hymenochaetales, семейства Hymenochaetaceae отмечен *Phellinus igniarius* (L.) Quél. (рис. 2), развивающийся на стволах различных видов ивы (*Salix sp.*).

Класс Urediniomycetes, порядок Uredinales на территории национального парка представлены тремя семействами. Все виды этого порядка являются облигатными паразитами, вызывая ржавчину сосудистых растений. Из семейства Melampsoraceae в горах Орикты обнаружена *Melampsora euphorbiae* (Ficinus & C. Schub.) Castagne, паразитирующая на *Euphorbia sp.* Четыре вида семейства Phragmidiaceae поражают представителей розоцветных. *Phragmidium circumvallatum* Magnus отмечен в различных точках на *Geum urbanum* L. *Phragmidium kamtschatkae* (H. W. Anderson) Arthur & Cummins и *Phragmidium rosae-lacerantis* Dietel обнаружены на шиповнике (*Rosa sp.*) в различных точках гор Орикты и хребта



Рис. 1. *Tuloostoma volvulatum*



Рис. 2. *Phellinus igniarius*

Алтын-Эмель. Необходимо отметить, что первый вид встречался значительно чаще. На лапчатке (*Potentilla* sp.) зарегистрирован гриб *Phragmidium potentillae* (Pers.) P. Karst. в тех же местах, что и предыдущие два вида. Семейство Pucciniaceae – наиболее многочисленное на территории национального парка и включает 9 видов. Наиболее часто встречаются *Puccinia graminis* Pers. (рис. 3) – возбудитель стеблевой ржавчины *Leymus raboanus* (Claus) Pilg., *Gymnosporangium clavariiforme* (Wulfen) DC. – возбудитель ржавчины *Juniperus pseudosabina* Fisch. & C. A. Mey, *Puccinia brachypodii* G. H. Otth (рис. 4) – возбудитель ржавчины *Berberis sphaerocarpa* Kar. & Kir.

Класс Нурфомыцеты представлен 5 видами грибов, из которых наиболее часто отмечен *Fu-tago vagans* Pers., развивающийся на *Crategus* sp.

и *Berberis sphaerocarpa* Kar. & Kir. Необходимо отметить также вид *Alternaria humicola* Oudem., обнаруженный на новом питающем растении *Achnaterum splendens* (Trin) Nevski., и *Cladosporium olivaceum* (Corba) Bonord., отмеченный на веточках *Picea schrenkiana* Fisch. & C. A. Mey, пораженных *Chrysomyxa*.

Класс Coelomycetes на территории национального парка насчитывает 4 вида из 4 родов, встречающихся единично. Из них можно отметить возбудитель цитоспороза *Cytospora capitata* Schulzer & Sacc., обнаруженный на *Malus sieversii* (Ledb.) M. Roem. (вид занесен в Красную книгу Казахстана).

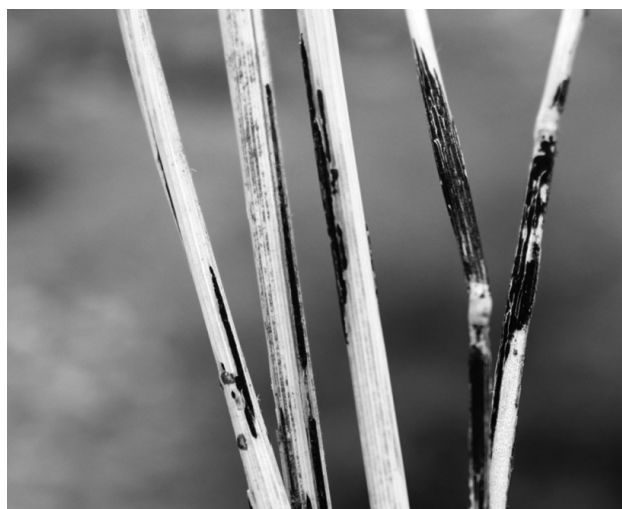


Рис. 3. *Puccinia graminis* на *Leymus raboanus*



Рис. 4. *Puccinia brachypodii* на *Berberis sphaerocarpa*

## Список литературы

1. Физическая география СССР. Азиатская часть: Средняя Азия и Казахстан, Сибирь, Дальний Восток ([www.geonature.ru](http://www.geonature.ru)).
2. Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi (eds. Kirk P. M., Cannon P. F., David J. C., Stalpers J. A.). 9<sup>th</sup> ed. CABI, 2001. 655 p.
3. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
4. База данных Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>).
5. Рахимова Е. В., Нам Г. А., Ермекова Б. Д. Краткий иллюстрированный определитель мучнисторосяных грибов Казахстана и приграничных территорий. Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2014. 129 с.

Y. V. Rakhimova, G. A. Nam, B. D. Yermekova,  
A. M. Assylbek, Zh. M. Takiyeva  
*Institute of Botany and Phytointroduction KS MES RK,  
Kazakhstan, Almaty  
e-mail: evrakhim@mail.ru*

## MYCOBIOTA OF NATIONAL PARK «ALTYN-EMEL» (KAZAKHSTAN)

**Summary.** 39 species of fungi were found at the territory of «Altyn-Emel» National Park: 35 species of micro- and 4 species macromycetes belonging to 5 classes, 4 subclasses, 7 orders, 11 families (without anamorphic fungi), 26 genera.

Ю. А. Ребриев<sup>1</sup>, Е. С. Попов<sup>2</sup>, Т. Ю. Светашева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Институт аридных зон Южного научного центра РАН  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

<sup>2</sup>*Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург*

<sup>3</sup>*Тульский государственный университет  
г. Тула, Россия  
e-mail: rebriev@yandex.ru*

## МАКРОМИЦЕТЫ АЗОНАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ЗАПАДА РОССИИ

В 2012–2014 гг. в рамках проекта РФФИ «Микобиота азональных типов растительности аридных зон юго-запада России» проводилось обследование азональных сообществ (лесов, болот, пойменных лугов) юго-запада европейской части России. Полевые исследования проводились на территории Астраханской, Волгоградской, Ростовской областей, Республики Калмыкия, равнинных частей Ставропольского и Краснодарского краев. Также были привлечены коллекции микологических гербариев Ботанического института РАН, Института ботаники НАНУ, более ранние сборы авторов и других коллекторов с рассматриваемой территории. Литературные источники информации использовались крайне осторожно и критиче-

ски. Собранный коллекционный материал, насчитывающий более 3000 образцов, частично депонирован в микологический гербарий БИН РАН, частично хранится в личных коллекциях авторов. В общей сложности выявлено более 2400 видов, в том числе макромицетов 1300 видов, относящихся к 135 телеоморфным родам, 60 семействам, 31 порядку; базидиальных и сумчатых макромицетов 1100 видов из 388 родов из 113 семейств, 31 порядка. Наиболее многочисленные порядки макромицетов – Agaricales (715 видов), Polyporales (137 в.), Russulales (92 в.) и Boletales (65 в.). Лидируют роды *Cortinarius* 37 видов, *Russula* 33 в., *Agaricus* 32 в., *Mycena* 29 в., *Lactarius* 26 в., *Clitocybe* 25 в., *Psathyrella* 24 в., *Inocybe* 24 в., *Entoloma* 23 в.,

*Geastrum* 22 в. На 10 ведущих родов приходится 275 видов, или 25 % всех макромицетов. Азональные типы растительности юго-запада России выделяются на фоне растительности степей сравнительно высоким уровнем разнообразия аскомицетов из порядков Pezizales и Xylariales (для последнего широколиственные леса этой территории могут рассматриваться как региональный очаг разнообразия, сопоставимый с лесными формациями Кавказа и юга Дальнего Востока). Ожидаемой чертой разнообразия аскомицетов на изученной территории является значительное участие ксеротолерантных видов, прежде всего из порядков Orbiliales, Helotiales, Patellariales, Xylariales.

Для агарикоидных грибов очаги азональной растительности можно также рассматривать как своеобразные «оазисы», где разнообразие видов может повышаться в несколько раз (в границах ландшафтов) по сравнению с зональными сообществами степей и пустынь. Одним из таких оазисов можно считать верхнюю часть Волго-Ахтубинского междуречья (в основном в пределах Волгоградской области). Для некоторых групп условия междуречья оказались настолько благоприятными, что позволили успешно существовать не только лесным видам Средней и Южной Европы, но даже некоторым видам Средиземноморья. Особенно ярко это проявилось в семействах Agaricaceae (роды *Agaricus*, *Leucoagaricus*) и Boletaceae (*Boletus*, *Aureoboletus*, *Rubinoboletus*).

Наибольшее число видов макромицетов относится к трофическим группам ксилотрофов, гумусовых и подстилочных сапротрофов, микоризообразователей. Максимальное видовое разнообразие отмечено в лесах и лесонасаждениях, где преобладают ксилотрофы, микоризообразователи и гумусовые сапротрофы, в травянистых сообществах (луга, болота) преобладают гумусовые сапротрофы, значительное участие гербо- и копротрофов). Только в лесных сообществах произрастают представители Russulaceae, Cortinariaceae, Boletaceae, большинство видов Hymenochaetales, Polyporales. Наибольшая видовая насыщенность и обилие специфических таксонов отмечены в пойменных дубравах, что позволяет сделать вывод об их высокой экологической емкости и ценности для сохранения видового разнообразия грибов.

На примере поймы Волги отмечена тенденция к обеднению микобиоты в направлении с севера на юг за счет сокращения площади лесов и обеднения видового разнообразия древесных растений (это в свою очередь является результатом нарастания экстремальности абиотических факторов – увеличения индекса сухости, засоления почв). Одним из ключевых факторов богатства микобиоты поймы является широкое распространение на этой территории лесов с участием дуба. С этой древесной породой связаны многие виды грибов как микоризообразователей, так и паразитов и сапротрофов. Граница распространения дубрав в пойме Волги является одновременно и границей резкого изменения в значениях биоразнообразия микобиоты. По предварительным результатам, видовое разнообразие макромицетов снижается более чем вдвое в нижней части поймы. На участках поймы Дона по обе стороны Цимлянского водохранилища также отмечены существенные различия в составе микокомплексов. Ведущей причиной обеднения микобиоты в нижней части поймы тоже является сокращение площади лесов и обеднение их видового разнообразия вследствие нарушения режима поемности реки и процессов засоления почв.

Выявлено более 40 видов макромицетов, новых для территории России. Это дискомицеты *Calycina discreta*, *Helvella branzeiana*, *Ionomidotis fulvotringens*, *Lamprospora retispora*, *Mollisia olivascens*, *Octospora axillaris* var. *tetraspora*, *Psilopezia nummularia*, *Rhizodiscina lignyota*, *Trichophaea woolhopeia*; базидиомицеты *Amanita excelsa* [var. *spissa*] f. *pantherinoides*, *Arrhenia baeospora*, *Boletus* cf. *comptus*, *Conocybe herbarum*, *Cyathus discostipitatus*, *Entoloma iodiolens*, *Entoloma korhonenii*, *Entoloma phaeocyathus*, *Entoloma undulatosporum*, *Hebeloma gigaspermum*, *Hebeloma sordescens*, *Inocybe pseudoasterospora* var. *microsperma*, *Leucoagaricus menieri*, *Leucoagaricus subvolvatus*, *Lycoperdon niveum*, *Macrolepiota procera* var. *pseudoolivascens*, *Tulostoma nanum*, *Tulostoma obscurum*. Целый ряд редчайших видов, зарегистрированных на территории России впервые, был найден в пойменных дубравах природного парка «Волго-Ахтубинская пойма». Среди них южноевропейские виды *Aureoboletus gentilis*, *Boletus pseudoregius*, *B. sanguineipes*, *Xerocomellus cisalpinus*, *Hebeloma quercetorum*,

*Leucoagaricus croceovelutinus*, *L. brunneocingulatus*, *L. marriageae*, *L. purpureolilacinus*, *Leucocoprinus ianthinus*. Несколько интересных находок в ходе выполнения проекта было сделано в дубово-буково-грабовых лесах окрестностей Ставрополя. Впервые для России обнаружен редкий вид из порядка лисичковых *Cantharellus amethysteus*, подтверждены находки редких для Европы видов из рода *Cortinarius* (*C. rufo-olivaceus*, *C. calochrous* и др.). Вид *Aleurina tenuiverrucosa* описан в 2006 году, и его распространение пока недостаточно изучено. До находки в Ставрополе были известны лишь несколько его местонахождений в Швейцарии и Германии. В защитных лесополосах на территории Богдинско-Баскунчакского заповедника выявлено второе в мире местонахождение вида *Orbilbia cercidicola*, до этого известного только из типового локалитета на юге Франции.

Новыми для юго-запада России оказались не менее 133 видов. Полученные данные расширяют знания о географии и экологии редких так-

сонов. Следует отметить находку *Peziza ammophila* (Ascomycota). Этот вид имеет практически космополитное распространение, однако приурочен к песчаным дюнам морских побережий, и его популяция, обнаруженная в ходе исследования в окрестностях Волгограда на значительном удалении от ближайших морских бассейнов, вероятно, может рассматриваться как реликтовая, сохранившаяся здесь со времен Хвалынской трансгрессии Каспийского моря. Интересно отметить, что этом же песчаном сообществе был обнаружен также редкий дюнный вид другой группы грибов – *Psathyrella ammophila* (Basidiomycota).

Выявлены новые местообитания редких видов грибов, включенных в Красную книгу России и региональные Красные книги. Мониторинг известных ранее местонахождений охраняемых видов грибов позволяет говорить о достаточно стабильных условиях их произрастания и отсутствии серьезных угроз их существованию.

Yu. A. Rebriev<sup>1</sup>, E. S. Popov<sup>2</sup>, T. Yu. Svetasheva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Arid Zones of Southern scientific center RAS, Rostov-on-Don*

<sup>2</sup>*Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg*

<sup>3</sup>*Tula State University, Tula*  
e-mail: rebriev@yandex.ru

## MACROMYCETES OF THE NON-ZONAL ECOSYSTEMS IN ARID REGIONS RUSSIAN SOUTH-WEST

**Summary.** As the result of biota macromycetes investigations there are more 1100 species were founded in arid zones south-west European part of Russia. The genera *Cortinarius*, *Russula*, *Agaricus*, *Mycena*, *Lactarius*, *Clitocybe*, *Psathyrella*, *Inocybe*, *Entoloma*, *Geastrum* dominated and included 275 species – 25 %. At least 40 species new for Russia and more 133 new for russian south-west were founded in frame the RFBR project realization. One

of the interesting ecosystems with the great macromycetes species diversity are flooded oak forests between Volga and Ahtuba rivers. Many rare and new for Russia species from *Leucoagaricus*, *Boletus*, *Aureoboletus*, *Rubinoboletus* founded there.

## ЛИШАЙНИКИ г. БИЙСК (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ): ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ТАКСОНОМИЧЕСКОМ РАЗНООБРАЗИИ И РАСПРОСТРАНЕНИИ

Данная работа является непосредственным продолжением многолетних исследований лишенофлор городских территорий Западной Сибири и обобщает предварительные данные, полученные на территории г. Бийска в 2014 г. Городская территория была обследована методом квадратов (сторона квадрата 1 км). Методика учета лишайников аналогична методике, использованной автором при обследовании других городов [1].

Всего на исследуемой территории к настоящему времени найдено 88 видов из 18 семейств и 42 родов, один вид представлен двумя разновидностями, 3 вида (*Acarospora cervina* f. *cervina* (Ach.) A. Massal., *Bacidia igniarii* (Nyl.) Oxner, *Evernia esorediosa* (Müll. Arg.) Du Rietz) приводятся впервые для Алтайского края [2] и 12 видов приводятся как вторая находка в регионе (впервые найдены в г. Барнауле, материалы в печати). Список лишайников г. Бийска, несомненно, будет дополнен в ближайшее время. По предварительным данным, ведущими семействами являются Physciaceae (22 вида, 25 % от общего числа видов), Parmeliaceae (16 видов, 18,2 %), Teloschistaceae (9 видов, 10,2 %), Lecanoraceae (8 видов, 9,1 %), Vascidiaceae (7 видов, 7,9 %) и Cladoniaceae (по 6 видов, 6,8 %). Числом видов выше среднего характеризуются 11 родов (26,2 %); 23 рода (54,8 %) представлены в лишенофлоре Бийска одним видом.

Спектр жизненных форм характеризуется преобладанием накипных лишайников (46 видов, 52 %) и довольно высокой долей кустистых (11 видов, 13 %); листоватых лишайников насчитывается 31 вид (35 %). Все кустистые лишайники выявлены в сосновом бору, по одному виду отмечено в лесополосах пригородной зоны и городских парках.

Среди экологических групп по отношению к влажности в лишенофлоре г. Бийска преобладают мезофиты (70 видов, 80 % от общего числа видов). Группа ксерофитов представлена

лишь 3 видами, распространение которых на городской территории приурочено к паркам, скверам и насаждениям вдоль дорог, где они встречались на искусственных субстратах (бетон, штукатурка).

Наибольшее видовое богатство лишайников выявлено в городских парках (43 вида) и скверах (45 видов). Распределение лишайников по этим местообитаниям было неравномерным – в двух парках лишайники не были найдены ни на естественных, ни на искусственных субстратах. В лесополосах, примыкающих к административным границам г. Бийска выявлено 39 видов лишайников, в насаждениях вдоль дорог на городской территории – 37, на стволах древесных растений во внутриквартальных насаждениях – 21 вид. Предварительная оценка видового богатства лишайников в естественных сосновых и смешанных березово-сосновых массивов составляет 33 вида, однако материалы, собранные в этих сообществах, к настоящему времени обработаны далеко не полностью, и эти данные будут дополнены. Также в настоящее время находятся в обработке лишенологические материалы, собранные в искусственных сосновых массивах, расположенных на территории г. Бийска и в его ближайших пригородах. В поймах рек почти не удалось собрать образцы, и оказалось невозможным провести учет эпифитных лишайников на древесных стволах из-за наводнения, произошедшего весной 2014 г. в Республике Алтай и Алтайском крае: после спада уровня воды древесные стволы в пойменных растительных сообществах оказались покрыты толстым слоем ила до высоты около 5 м от комля.

Наибольшее видовое богатство лишайников было отмечено на коре лиственных древесных растений (61 вид): на тополе бальзамическом – 47 видов, на березе – 34, на вязе перистоветвистом – 27, на клене ясенелистном и ясене – по 24, на яблоне – 22, на иве белой – 13, на ряби-



не – 11, на вязе гладком – 9, на орехе манчжурском – 8, и на липе – 6 видов лишайников. На коре сосны, по предварительным данным выявлено, 29 видов. На опаде и трухлявых пнях лишайники отмечены в основном в сосновых и смешанных сосново-березовых лесных массивах (14 видов). На бетоне и штукатурке найдено 6 и 5 видов лишайников соответственно, в том числе вид *Acarospora toenium* (Vain.) Räsänen, распространение которого на территории Западной Сибири остается слабо изученным. Лихеноиндикационное картирование городской территории Бийска станет возможным только после завершения исследования и получения наиболее полных сведений о лишенофлоре. Однако уже сейчас по имеющимся данным можно оценить зону так называемой «лишайниковой пустыни», на которой отсутствуют лишайники даже в виде отдельных угнетенных талломов или их фрагментов при наличии подходящего для поселения субстрата. На территории Бийска не было ни одного учетного квадрата, в котором лишайники не были найдены. Выявленная зона «лишайниковой пустыни» на городской территории невелика по площади, занимает два парка (Городской сад и парк Победы), сквер на ул. Краснооктябрьская

(район Заречье, левый берег р. Бии) и отдельные небольшие участки вдоль проезжей части ул. Советская в районе Зеленый Клин. Также пока преждевременно делать окончательные выводы о распространении лишайников и трансформации их синузий в различных местообитаниях на городской территории, однако по предварительной оценке закономерности распространения лишайников по городской территории в целом совпадают с закономерностями, полученными для ранее обследованных городов: в искусственных насаждениях наблюдается уменьшение роли представителей семейства Parmeliaceae в лишеносинузиях и увеличение встречаемости и обилия представителей семейства Physciaceae, независимо от видового состава и диаметра стволов форофитов. Другой общей для всех изученных городов региона тенденцией является довольно высокое видовое разнообразие лишайников на тополе бальзамическом и березе даже в наиболее урбанизированных местообитаниях, а также быстрая деградация лишеносинузий на стволах сосны по мере увеличения антропогенной нагрузки и поселение на коре сосны в искусственных насаждениях нехарактерных для данного субстрата видов.

#### Список литературы

1. Романова Е. В., Седельникова Н. В. Лишайники – биоиндикаторы атмосферного загрязнения Новосибирской городской агломерации. Новосибирск, 2010. 99 с.
2. Davydov E. A. The first checklist of lichens, lichenicolous, and allied fungi of Altaisky krai (Siberia, Russia) // Mycotaxon. 2014. V. 127. P. 231. URL: <http://dx.doi.org/10.5248/127.231> с дополнениями <http://ssbg.asu.ru/lichens/docs>. (Дата обращения 11.01.2015).

E. V. Romanova

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk  
e-mail: [korr@ngs.ru](mailto:korr@ngs.ru)

### LICHENS IN BIJSK (ALTAISKY KRAI, RUSSIA): THE FIRST DATA OF TAXONOMICAL DIVERSITY AND DISTRIBUTION

**Summary.** Taxonomical diversity and distribution of lichens were studied in the town of Bijsk. A total of 88 species that belong to 18 families and

42 genera was found. Three species are new to Altaisky krai.

В. С. Садыкова<sup>1</sup>, А. В. Кураков<sup>2</sup>, А. Н. Лихачев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт по изысканию  
новых антибиотиков им. Г. Ф. Гаузе  
г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: sadykova\_09@mail.ru

## ГРИБЫ РОДА *TRICHODERMA* СРЕДНЕЙ СИБИРИ: ВИДОВОЙ СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИИ

На современном этапе развития микологии и биотехнологии род *Trichoderma* является одним из наиболее изучаемых. Причиной такого повышенного интереса является большая практическая и экологическая значимость рода. Виды рода *Trichoderma* являются продуцентами ферментов (целлюлаз, хитиназ, пектиназ, ксиланаз, серинзависимых протеиназ и др.), используемых в целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности, в производстве моющих средств, в получении спирта, для биологической очистки почвы и для компостирования отходов [1–3], получении кормовых препаратов [4]. На основе антибиотиков, токсинов, ферментов грибов этого рода получают препараты для биологического контроля болезней и стимуляции роста растений, получения трансгенных растений [5, 6].

В виду большой теоретической и практической значимости род *Trichoderma* – это единственный, для которого каждый вид представлен в Генетическом Банке, по крайней мере, одним геном, а многие виды *Trichoderma* представлены последовательностью двух или более генов [2, 3]. Как показали многочисленные исследования генетики и таксономии этого рода, он является многокомпонентным и сложным, что затрудняет понимание биологии видов и указывает на необходимость более тщательного изучения распространения видов рода в уникальных по эколого-географическим и климатическим признакам регионах.

Исследования распространения микромикетов рода *Trichoderma* в наземных экосистемах территории России были сосредоточены преимущественно на ее европейской части, и мало или полностью не изученными оставались многие районы Сибири и Крайнего Севера [5, 6]. Данные о нахождении тех или иных

видов рода *Trichoderma* можно найти только в единичных работах по микобиоте почв этих территорий. Так, о выделении триходерм из почв Средней Сибири, бассейна реки Енисей, охватывающему три климатических пояса и имеющему протяженность более 3 тыс. км, сообщали в ряде исследований, целью которых был поиск штаммов для биопрепаратов по защите растений. Целенаправленного исследования видового состава и распространения грибов рода *Trichoderma* в биоценозах Средней Сибири и прилегающих районов не проводили.

Целью работы было изучение распространения видов рода *Trichoderma* в наземных экосистемах Средней Сибири и прилегающих регионов и выявление новых направлений применения грибов рода *Trichoderma* в агропромышленных и экологических биотехнологиях.

При идентификации изолятов на основе культурально-морфологических и молекулярно-генетических подходов в почвах наземных экосистем бассейна реки Енисей нами выявлено 8 видов, из которых *T. citrinoviride*, *T. hamatum* и *T. atroviride* ранее не описаны на этой территории. Представители рода *Trichoderma* были обнаружены в экосистемах всех исследуемых климатических зон, включая тундру. Наиболее распространенным и часто встречающимся в разных местообитаниях является вид *T. asperellum* (37,9 % от общего числа выделенных изолятов). Его представители выделены из разных компонентов экосистем, при этом большинство изолятов были почвенными. Вторым по распространенности был вид *T. harzianum*, доля изолятов которого составила 26,1 % от их общего числа. Представителей этого вида также преимущественно изолировали из минеральных горизонтов почв и подстилки, но не

обнаруживали на семенах злаковых и хвойных растений, листьях и шишках.

Доля *T. viride* составляла 10,5 % от всех изолятов рода, и большинство его представителей выделено из подстилки, лесного опада, гниющей древесины, ризосферы корней. Изоляты были обнаружены также в плодовых телах макромицетов. Виды рода *Trichoderma* не встречались в нарушенных почвах и агроценозах.

Виды из секции *Longibrachiatum* находятся на четвертом месте по распространенности, доля их изолятов от общего числа составляла для *T. citrinoviride* – 8,5 % и для *T. longibrachiatum* – 5,2 %. Эти виды были характерны для богатых органикой субстратов: подстилки, верхних горизонтов целинных почв и плодовых тел. Далее по распространенности следовала группа видов *T. koningii*, изоляты которой были обнаружены в верхних горизонтах целинных почв, гниющей древесине, на хвое, шишках и в ризосфере деревьев.

Наиболее редкими по встречаемости были *T. hamatum* и *T. atroviride* – 3,8 и 3,7 % от общего количества изолятов, соответственно. Их выделяли, как правило, из нижних горизонтов почв. Выявлен ряд закономерностей распространения рода *Trichoderma* по климатическим зонам Средней Сибири. Виды *T. atroviride* и *T. longibrachiatum* выявлялись преимущественно в зонах субарктического и умеренного климатических поясов, а *T. hamatum*, *T. harzianum* и *T. viride* приурочены к зоне умеренного климата. *T. asperellum* присутствовал в почвах как северных, так и южных широт, но редко выделялся из лесных биоценозов Тывы и Хакасии. Виды *T. hamatum*, *T. citrinoviride*, *T. harzianum* широко распространены, но в северных почвах немногочисленны, а при продвижении на юг их численность в почвах увеличивается. Представители вида *T. atroviride* обнаруживались в основном в образцах, отобранных на территории Эвенкии, характеризующейся холодным климатом, а в более южных областях встречаемость этого вида была ниже.

Сопоставление полученных данных по зависимости скорости роста штаммов 8 видов от температуры с характером их распространения убедительно свидетельствует о том, что виды рода *Trichoderma*, типичные для холодных северных районов Средней Сибири, а также виды

с широким ареалом обитания, имеют более низкий температурный оптимум роста и нижнюю границу роста, чем виды из более теплых южных регионов [6].

Нами создана коллекция штаммов этих грибов, выделенных из разных биотопов Сибири, Крайнего Севера, тропических и других регионов и исследованы возможности их биотехнологического применения. В результате проведенной работы установлены штаммы – продуценты биологически активных соединений, эффективные для контроля фитопатогенных грибов, условно-патогенных и патогенных бактерий, опухолевых клеток, а также стимулирующие рост растений и обладающие стабильными культурально-морфологическими признаками.

Обнаружены штаммы *Trichoderma koningii*, *T. asperellum*, *T. harzianum*, которые подавляют развития корневых гнилей и одновременно стимулируют рост растений и каллусов злаковых и хвойных за счет синтеза индолилуксусной кислоты [5]. Для них определены параметры роста, спорообразования, антибиотическая, микопаразитическая и ферментативная активности при культивировании на лигноцеллюлозе и разработан технологический регламент производства биопрепарата. Применение этих штаммов при вермикомпостировании ускорило переработку отходов, рост, накопление биомассы и созревание половозрелых особей червей *Eisenia fetida*. Продукт имел комплексное действие – удобрительное, ростстимулирующее и супрессивное к возбудителям корневых гнилей.

Для кормовой добавки рекомендован штамм *T. asperellum*. Его мицелий нетоксичен, с достаточным содержанием лизина, триптофана, аргинина и лейцина, хорошим липидным составом, аккумулирует селен в физиологически значимых количествах и переваривается на уровне яичного альбумина.

Отобран штамм *Trichoderma citrinoviride*, продуцирующий мембранно-активные антибиотики – пептаболы, ингибирующие фитопатогенные, условно-патогенные и патогенные грибы и бактерии, включая антибиотикорезистентный золотистый стафилококк [7].

## Список литературы

1. Gal-Hemed I. Marine isolates of *Trichoderma* spp. as potential halotolerant agents of biological control for arid-zone agriculture / I. Gal-Hemed, L. Atanasova, M. Komon-Zelazowska, I. S. Druzhinina, A. Viterbo, O. Yarden // Appl. Environ. Microbiol. 77, 2011. P. 5100–5109.
2. Harman G. E. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts / G. E. Harman, C. R. Howell, A. Viterbo, I. Chet, M. Lorito // Nature Review Microbiology. 2004. Vol. 2. P. 43–56.
3. Druzhinina I. Species concepts and biodiversity in *Trichoderma* and *Hypocrea*: from aggregate species to species clusters / I. Druzhinina, C. P. Kubicek // J. Zhejiang Univ SCI. 2005. P. 401–407.
4. Алимova Ф. К. *Trichoderma*/Hypocrea (Fungi, Ascomycetes, Hypocreales): таксономия и распространение. Казань: Казан. гос. ун-т. 2005. 264 с.
5. Громовых Т. И., Садыкова В. С., Алимova Ф. К. Микромицеты рода *Trichoderma* Pers.: Научное обоснование использования в технологиях агропромышленного комплекса. М.: МГУПП, 2014. 189 с.
6. Садыкова В. С., Кураков А. В., Лихачев А. Н., Якушев А. В. Видовой состав и распространение грибов рода *Trichoderma* в наземных экосистемах бассейна реки Енисей // Микология и фитопатология. 2013. Т. 47. Вып. 6. С. 389–396.
7. Садыкова В. С., Кураков А. В., Куварина А. Е., Рогожин Е. А. Антимиробная активность штаммов грибов рода *Trichoderma* из Средней Сибири // Прикладная биохимия и микробиология. 2015. Т. 51, № 3. С. 1–9.

V. S. Sadykova<sup>1</sup>, A. V. Kurakov<sup>2</sup>, A. N. Likhachev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gause Institute of New Antibiotics, Moscow

<sup>2</sup> Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow

## FUNGI OF GENUS TRICHODERMA IN MIDDLE SIBERIA: SPECIES BIODIVERSITY AND USE IN BIOTECHNOLOGY

**Summary.** The purpose of research was to discover of new directions of application of fungi of genus *Trichoderma* in the fields of agricultural and ecological biotechnologies. The work was oriented on the search of perspective strains and development of biopreparations that have not only antibacterial, antifungal activity, but also plant growth promotion effect, assessment of opportunity of application of the fungi in bioconversion of organic waste and use their biomass as sorbent of heavy metals and their mycelia after enrichment by selenium as feed additives in the poultry.

For the realization of these tasks the collection of strains of different species of genus *Trichoderma* isolated from soils, grounds, plants, plant residues, fruit bodies of mushrooms was created and criteria and approaches of selection of strains were developed. The results of work were found strains, producing of biologically-active compounds that are effective in the control of phytopathogenic fungi,

opportunistic and pathogenic bacteria, tumor cells, stimulate of plant growth and have stable cultural-morphological characteristics.

The strains of *Trichoderma koningii*, *T. asperellum*, *T. harzianum* were selected for biopreparation of “Trichodermin-M” and other preparations that suppressed of root rot caused by species of genera *Alternaria*, *Bipolaris* и *Fusarium* and stimulate of plants and callus of cereals and evergreens simultaneously. The strains produce of indolilacedic acid, their growth, enzyme activities, sporulation on lignocelluloses substrates were investigated, technological documentation and successful field examinations of the biopreparation were done.

## МИКОБИОТА ИСКУССТВЕННЫХ СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА МАГАДАНА

Территория Магаданской области находится в зоне светлохвойных лиственничных лесов и зарослей кедрового стланика. В 50–70-е годы XX в. в Магаданской области проводились активные работы по искусственному лесоразведению с использованием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Северо-восточная граница ареала сосны обыкновенной заканчивается в Якутии, северная ее часть практически совпадает с южной границей распространения вечной мерзлоты [1]. Для восстановления вырубленных или пройденных пожарами коренных лиственничных лесов в разных районах области сосной было засажено несколько сотен гектаров. По данным Магаданского лесничества, в период 1967–1976 гг. посадками сосны было занято 24 участка общей площадью 245 га. В настоящее время в окрестностях г. Магадана искусственные насаждения сосны сохранились в районе 17 км федеральной трассы Магадан – Якутск и в окрестностях пос. Снежная Долина.

За прошедший период сформировались устойчивые сосновые сообщества, фитоценотическая структура которых подробно описана В. Б. Докучаевой [2]. Кроме сосны, в обоих фитоценозах встречается лиственница Каяндера (*Larix cajanderi*). Кустарники представлены в основном кедровым стлаником (*Pinus pumila*) и березой Миддендорфа (*Betula middendorffii*).

Наиболее высокопродуктивный долинный сосновый фитоценоз на хорошо увлажненной суглинистой почве находится в окрестностях пос. Снежная Долина. Посадки сосны проводились в 1958 г. семенами из Башкирии. Они расположены на высокой надпойменной террасе. Дукча (координаты в центральной части: 59°44' с.ш., 150°52' в.д.), в 20 км от моря, высота над уровнем моря составляет 170 м, площадь – 1770 м<sup>2</sup>, возраст – 56 лет. Сосны располагаются достаточно равномерно по площади, общая сомкнутость крон – 70–80 %. Из древесных пород, которые непосредственно оказывают влияние

на состав микобиоты, следует отметить березу шерстистую (*Betula lanata*) и древесные ивы (*Salix udensis*, *S. schwerinii*, *S. bebbiana*), встречающихся по периферии сосновых посадок. Хорошо развит кустарниковый подлесок с преобладанием березы Миддендорфа и общей сомкнутостью подлеска до 80 %. Растительный покров – разнотравно-вейниковый с мохово-лишайниковыми и метрвопокровными пятнами.

В районе 17-го км федеральной трассы находится более низкобонитетный склоновый сосновый фитоценоз с достаточно однородным лишайниковым и лишайниково-кустарничковым покровом и небольшими куртинами мхов, брусники и голубики в местах лучшего увлажнения. Посадки сосны проводились в 1968–1969 гг. семенами из Бурятии. Они расположены на восточном склоне сопки (координаты в центральной части: 59°40' с.ш., 150°54' в.д.), в 12 км от Охотского моря, высота над уровнем моря составляет 120–145 м, обследованная площадь – 82755 м<sup>2</sup>, возраст – 46 лет. Сосны посажены аллеями, сомкнутость древостоя составляет 30–40 %. Сформировавшийся в междурядьях кустарниковый подлесок из ерника и кедрового стланика также разрежен, его сомкнутость составляет 30–40 %. Почвы представлены супесчаными, легко- и среднесуглинистыми разновидностями с низкой сортированностью, сильной щелбиистостью и большим содержанием галечникового аллювия [3]. Кроме климатического стресса, выражающегося в виде физиологического иссушения хвои в особо морозные зимы, а также повреждения ветвей и верхушек снегом и ветром, посадки испытывают антропогенный пресс, который наиболее выражен в окрестностях пос. Снежная Долина, так как фитоценоз находится вблизи поселка.

Изучение видового состава грибов проводилось в течение трех полевых сезонов (июль–сентябрь 2011–2013 гг.) с периодичностью один

раз в 7–10 дней. Для детального обследования были заложены пробные площади 10×10 м.

В сосновых посадках окрестностей г. Магадана выявлено 147 видов макроскопических грибов, относящихся к 68 родам, 39 семействам, 17 порядкам, 2 отделам. В долинном сосновом фитоценозе отмечено 110, в склоновом 76 видов. Сообщества значительно разнятся составом грибов, общими для них являются 39 видов. Сходство видового состава макромицетов в фитоценозах составляет менее 50 % (индекс общности Сёренсена – Чекановского ( $I_{cs}$ ) равен 0,42).

Соотношение видов, их таксономический и эколого-трофический составы определяются разницей в структуре фитоценозов и присутствием тех или иных субстратов. В склоновом сообществе наиболее выражены микоризообразователи. Наиболее высокой продуктивностью характеризуются виды, микотрофно связанные с сосной, – *Suillus bovinus* и *S. variegatus*, *Cortinarius traganus*, *Hygrophorus hypotejus*. Менее обильны *C. purpurascens*. Разреженный древостой, супесчаные почвы и кустарничково-лишайниковый покров склоновых сообществ в большей степени удовлетворяет обильному плодоношению грибов. *Cortinarius traganus* и *C. collinitus* образуют ведьмины кольца. Единичными находками отмечены *Hydnellum caeruleum* и *Lactarius musteus*, характерные для песчаных сосновых лесов России и достаточно редкие. Помимо видов, ассоциированных с двухвойными соснами, в данном сообществе в большом количестве отмечены виды «местной флоры», связанные с кедровым стлаником (*Suillus pictus*, *S. placidus*, *S. plorans*, *S. sibiricus*, *S. subluteus*, *Chroogomphus rutilans*); лиственницей (*S. cavipes*, *S. grevillei*); березой

(*Leccinum versipelle*, *Cortinarius pholideus* и др.). Сапротрофных видов немного. Несмотря на усыхание отдельных деревьев из-за скученности в группах, древесину сосны разлагает лишь *Trichaptum fuscoviolaceum*. Наиболее характерным видом на хвое сосны является *Xeromphalina caudicinalis*, среди гумусовых сапротрофов доминирует *Coltricia perennis*.

В долинном сосновом сообществе структура и характер растительного покрова совершенно иные. Здесь наиболее характерны сапротрофные виды. Микоризу у сосен образуют более динамичные виды с широким спектром специализации из родов *Cortinarius*, *Lactarius*, *Russula*, *Amanita muscaria*, *Paxillus involutus* и другие. Видов, ассоциированных исключительно с двухвойными соснами, здесь не обнаружено. Из видов, приуроченным непосредственно к соснам, можно отметить *Cortinarius semisanguineus*, *C. scaurus*, *C. mucosus*, *Russula sylvestris*, *R. paludosa*. Большое количество растительных остатков, высокая степень затененности, обеспечивающая лучшую увлажненность субстрата, и антропогенное влияние (захламенность) обеспечивают разнообразное развитие сапротрофных видов. Сосняк находится вблизи поселка и испытывает высокую рекреационную нагрузку, что отражается на структуре микобиоты. На стволах и ветвях сосны обнаружены виды *Guepiniopsis alpina*, *Gymnopilus penetrans*, *Lachnellula suecica*, *Trichaptum fuscoviolaceum*, *Stereum semisanguineum*, а также достаточно редкий *Sphaerobolus stellatus*. Хвою сосны разлагают *Clitocybe vibecina*, *Mycena filopes*, *M. rosella*, *M. vulgaris*, *Mycetinis scorodoni*, *Spathularia flavida*, *Roridomyces roridus*, *Xeromphalina caudicinalis*.

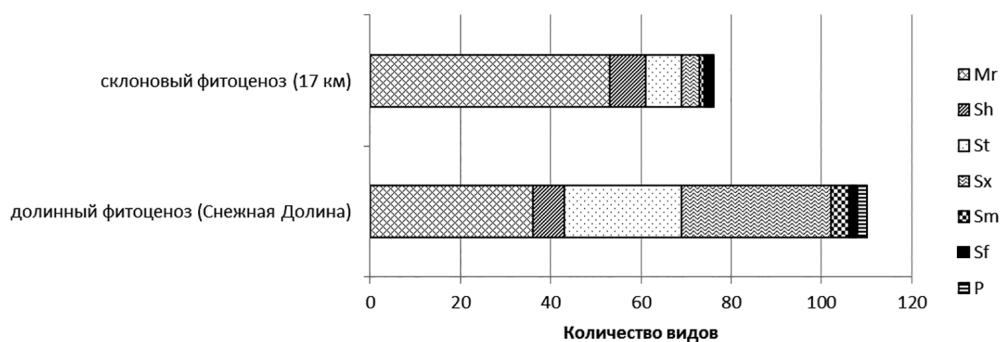


Рис. 1. Эколого-трофическая структура макромицетов сосновых фитоценозов в окрестностях г. Магадана

Структура эколого-трофических группировок представлена на рис. 1. Для склонового соснового фитоценоза (17 км) они соотносятся следующим образом: микоризообразователи (Mr) – 53; сапротрофы (S) – 23, среди них, ксилотрофы (Sx) – 4, подстилочные сапротрофы (St) – 8, гумусовые сапротрофы (Sh) – 8, бриотрофы (Sm) – 1, микотрофы (Sf) – 2; паразиты (P) – 0; для долинного соснового фитоценоза (Снежная Долина): Mr – 36; S – 74 (Sx – 33; St – 26; Sh – 7; Sm – 4; Sf – 2); P – 2.

Таким образом, состав микобиоты искусственных насаждений сосны в окрестностях г. Магадана различен, его характер определяется структурой сформировавшихся фитоценозов, наличием необходимых субстратов, почвенно-климатическими условиями и антропогенными факторами. Изученная биота грибов сосновых насаждений своеобразна, на

некоторых участках отличается от коренных лесов наличием специфичных для двухвойных сосен видов. Занесенные во время посадок виды хорошо прижились и имеют высокую продуктивность.

Изученные сосновые посадки уникальны. За пределами ареала сосны обыкновенной они существуют уже более 50 лет, несмотря на неблагоприятные климатические условия. Их устойчивому состоянию в значительной степени способствует сформировавшееся видовое разнообразие грибов из разных эколого-трофических групп. Инновационные разработки по внедрению вечнозеленых хвойных деревьев в природные комплексы Северо-Востока доказывают возможность произрастания их в суровых и специфичных условиях Магаданской области, леса которой не отличаются большим разнообразием.

#### Список литературы

1. Ареалы деревьев и кустарников СССР. Т. 1. Л.: Наука, 1977. 164 с.
2. Докучаева В. Б. Состояние культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в Магаданской области // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2014. № 2. С. 88–96.
3. Пугачев А. А., Тихменев Е. А. Почвенно-растительные комплексы экосистем кедрового стланика в условиях Крайнего северо-востока России // XI Международ. науч.-техн. интернет-конф. «Лес-2010. Брянск, 2010. [Электронный ресурс]. URL: [http://science-bsea.bgita.ru/2010/les\\_2010/pugachev\\_pochven.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2010/les_2010/pugachev_pochven.htm).

N. A. Sazanova

Institute of Biological Problems of the North, Magadan  
e-mail: nsazanova\_mag@mail.ru

#### MYCOBIOTA OF ARTIFICIAL PINE PHYTOCOENOSIS FROM MAGADAN TOWN SURROUNDINGS

**Summary.** 147 species of macromycetes are noted for artificial stands of the common pine in the surroundings of Magadan town. The trophic structure of two pine phytocenosis are given. Specific species for two-needle fascicle pines are noted – which are *Suillus bovinus*, *S. variegatus* and *Hyg-*

*rophorus hypotejus*, brought during planting and well-established beyond the bounds of areal. Mycorrhizal fungi and decomposers of the pine wood and needles were revealed.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОХРАНА В КРЫМУ ГРИБОВ КРАСНОЙ КНИГИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Крым относится к числу интереснейших и своеобразных природных регионов. Разнообразие климата, ландшафтов, флоры и растительности, сконцентрированное на небольшой площади полуострова (26 860 км<sup>2</sup>) благоприятствуют высокому уровню микоразнообразия. В крымской микобиоте представлены как неморальные и бореальные, так и субтропические (а частично и тропические), степные и пустынные виды. К настоящему времени в Крыму известно более 900 видов базидиальных и сумчатых макромицетов.

До недавнего времени охрана биоты на полуострове регламентировалась Красной книгой Украины (ККУ). Из 57 видов грибов, занесенных в ККУ, в Крыму известно 33 [14]. В соответствии с новым государственным статусом охрана видов на территории Крымского п-ова теперь будет регламентироваться Красной книгой Российской Федерации (КК РФ). Поэтому приведение имеющихся данных в соответствие с КК РФ является актуальным. Ниже в алфавитном порядке представлен аннотированный список видов грибов Крыма, включенных в КК РФ и Перечень таксонов растений и грибов, которые нуждаются в особом внимании к их состоянию в природной среде и мониторинге [4].

Охраняемые виды, занесенные в Красную книгу Российской Федерации:

– *Amanita strobiliformis* (Paulet ex Vittad.) Bertill. Теплолюбивый кальцефильный вид с узкой экологической амплитудой. В Крыму зарегистрирован только в Севастопольском р-не: каньон р. Черная, сообщество дуба пушистого, известковые почвы, 29.09.2012.

– *Amanita vittadinii* (Moretti) Vittad. Теплолюбивый степной вид. В Крыму имеет достаточно узкую экологическую приуроченность: лугово-степные сообщества Керченского и Герacleйского п-ов, горные луговые степи западных нагорий (яйл) [6, 7, 12]. Встречается редко,

одиночно, в июне-сентябре. Охраняется в Казантипском заповеднике.

– *Boletopsis leucomelaena* (Pers.) Fayod. Бо-реальный вид. В Крыму растет в сосновых и смешанных лесах. Встречается спорадически, локально, одиночно или группами, в октябре-декабре [11, 12]. Охраняется в Ялтинском горно-лесном заповеднике.

– *Boletus rhodoxanthus* (Krombh.) Kallenb. Теплолюбивый кальцефильный вид. Растет в светлых дубовых и смешанных лесах горной лесной части полуострова, встречается в июле-октябре, неравномерно, но постоянно, 2–3 раза в 10 лет локально-массово [10–12]. Охраняется в заповедниках «Мыс Мартьян» и Ялтинском горно-лесном.

– *Clathrus ruber* P. Micheli ex Pers. Редкий средиземноморский вид. В Крыму образует локальные популяции, распространен преимущественно в парках Южного бережья или на границе природных и культурных ценозов, реже – в лиственных и смешанных лесах [3, 7, 8, 10, 12–14]. Самое северное место произрастания известно на границе с лесостепью (окр. с. Краснолесье, Симферополь). Время плодоношения май-октябрь. Охраняется в Никитском саду, заповедниках «Мыс Мартьян» и Ялтинском горно-лесном.

– *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. Представитель рода, максимальное разнообразие которого наблюдается в тропиках. Является постоянным устойчивым компонентом грабово-буковых лесов горного Крыма, реже встречается в других лесных сообществах и парках Южного бережья [2, 11–13]. Охраняется в заповедниках «Мыс Мартьян», Ялтинском горно-лесном и Крымском, в Никитском ботаническом саду.

– *Geastrum fornicatum* (Huds.) Hook. Редкий вид. В Крыму является компонентом можжевелово-дубовых лесов и старых парков Южного бережья. Растет на опавшей хвое можже-



вельника высокого, кипариса вечнозеленого и кедра гималайского. Встречается спорадично, локально, небольшими группами, в апреле-мае или декабре-январе [7, 10, 12, 13]. Охраняется в Никитском ботаническом саду и заповеднике «Мыс Мартьян».

– *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray. Реликтовый вид. В Крыму растет в поясе буковых лесов [2, 7, 12, 14]. Встречается очень редко. Охраняется в Крымском заповеднике.

– *Phallus duplicatus* Bosc. Зарегистрирован более 30 лет назад в Никитском ботаническом саду С. П. Вассером [14]. Эти данные неоднократно цитировались в различных источниках, однако в дальнейшем ни в парках Никитского сада, ни в природных сообществах полуострова *Ph. duplicatus* не был найден.

– *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fr. Вид с дизъюнктивным ареалом. В Крыму распространение ограничено в основном грабово-буковыми лесами [2, 7, 12, 14]. Встречается редко, в летне-осенний период. Охраняется в Крымском заповеднике.

– *Sparassis crispa* (Wulfen) Fr. Реликтовый вид с дизъюнктивным ареалом. Растет на корнях или у основания стволов сосен в горной части полуострова, встречается редко, в июне-октябре [2, 7, 11, 12, 14]. Охраняется в Крымском и Ялтинском горно-лесном заповедниках.

– *Tricholoma colossus* (Fr.) Quéf. Редкий вид. В Крыму известны единичные находки: Ялтинский р-н, сообщества сосны крымской, одиночно, ноябрь-декабрь [11, 14].

– *Tuber aestivum* Vittad. Редкий вид с подземными плодовыми телами. Зарегистрирован в Крымском лесном среднегорье (Судакский р-н, окр. с. Грушевка) и на Южном берегу; в мае-октябре [1, 7–9, 12–14]. Растет в дубовых и дубово-грабово-буковых лесах, встречается редко, локально. Охраняется в заповедниках «Мыс Мартьян» и Карадагском.

Мониторинговые виды, включенные в Приложение Красной книги РФ:

– *Floccularia luteovirens* (Alb. et Schwein.) Rouzar. Термофильный меридиональный степной вид. В Крыму имеет достаточно узкую экологическую приуроченность: лугово-степные сообщества лесокультуры сосны на яйлах, в Восточном Крыму (Феодосийский р-н) и на Герacleйском п-ове (г. Севастополь) [5, 7, 11, 12].

Встречается спорадично, небольшими группами. Охраняется в Крымском, Ялтинском горно-лесном и Карадагском заповедниках.

– *Leucopaxillus tricolor* (Peck) Kühner. Редкий неморальный вид. К настоящему времени зарегистрирован только в Севастопольском регионе: Байдарская долина, окр. с. Передовое, дубово-грабинниковый лес.

– *Geastrum melanocephalum* (Czern.) V.J. Staněk. Редкий термофильный вид. Крымский ареал ограничен Южным берегом: можжевелово-дубовые леса и старые парки. Растет на опавшей хвое можжевельника высокого и кедра гималайского. Встречается редко, локально, небольшими группами, в мае, декабре-январе. Охраняется в Никитском ботаническом саду и заповеднике «Мыс Мартьян» [10].

– *Myriostoma coliforme* (Dicks.) Corda. Редкий вид умеренной и субтропической зон Северного полушария. В Крыму растет преимущественно в старых парках Южного берега [12–14]. Встречается спорадически, локально, группами, в летне-осенний период. Зарегистрирован в можжевелово-дубовом сообществе заповедника «Мыс Мартьян». Охраняется в Никитском ботаническом саду и названном заповеднике.

– *Polyporus rhizophilus* Pat. Редкий вид ковыльных степей. В Крыму к настоящему времени зарегистрирован только на Керченском п-ове: Опукский заповедник, типчаково-ковыльная степь [7]. Охраняется в названном заповеднике.

Таким образом, в Крыму зарегистрированы 13 из 24 видов грибов, занесенных в Красную книгу РФ, и 5 из 9 видов, включенных в Приложение к ней. Основными угрожающими факторами для редких макромицетов в Крыму являются антропогенные. Прежде всего, это большая рекреационная нагрузка на биотопы и сокращение естественных сообществ вследствие застройки и хозяйственной деятельности. Устойчивые популяции с достаточно обширным ареалом имеют *Boletus rhodoxanthus* и *Ganoderma lucidum*, устойчивые локальные популяции – *Clathrus ruber*, *Geastrum fornicatum* и *Myriostoma coliforme*. Локальные уязвимые популяции с нестабильной численностью имеют *Amanita vittadinii*, *Boletopsis leucomelaena*, *Floccularia luteovirens*, *Geastrum melanocephalum* и

*Tuber aestivum*. Такие виды, как *Grifola frondosa*, *Polyporus umbellatus*, *Sparassis crispa* и *Tricholoma colossus*, зарегистрированы 2–3 раза, *Amanita strobiliformis*, *Leucopaxillus tricolor*, *Phallus duplicatus* и *Polyporus rhizophilus* – один раз. В заповедниках полуострова охраняются 15 видов.

### Список литературы

1. Васильков Б. П. Три вида подземных грибов из предгорий Крыма // Ботанич. мат. отдела споровых раст. 1963. Т. 16. С. 109–112.
2. Гуцевич С. А. Гименомицеты основных древесных пород Крымского заповедника // Труды Крым. гос. заповедника. 1940. Вып. 2. С. 3–37.
3. Дудка И. А., Исиков В. П. Решеточник красный (*Clathrus ruber* Pers.) в Крыму // Микол. и фитопатол. 1998. Т. 32. Вып. 5. С. 23–28.
4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. редкол. Ю.П. Трутнев и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
5. Саркина И. С. Микобиота Крымских яйл: макромицеты // Грибы в природных и антропогенных экосистемах : труды международ. конф., посвящ. 100-летию начала работы проф. А. С. Бондарцева в Ботанич. ин-те им. В. Л. Комарова РАН : в 2-х т. Т. 2. СПб., 2005. С. 169–173.
6. Саркина И. С. Базидиальные макромицеты Казантипского природного заповедника // Труды Никит. ботанич. сада. 2006. Т. 126. С. 222–226.
7. Саркина И. С. Микобиота заповедных территорий Крымского полуострова // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Материалы. Всерос. конф. : в 4-х ч. Ч. 2: Альгология, Микология, Лихенология, Бриология. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. С. 159–162.
8. Саркина И. С. Редкие виды макромицетов Крымского полуострова // V Международ. конф. «Изучение грибов в биогеоценозах». Пермь, 2009. С. 225–229.
9. Саркина И. С., Миронова Л. П. Макроскопические грибы основных типов растительных сообществ Карадагского природного заповедника // сб. науч. трудов / ред. А. В. Гаевская, А. Л. Морозова. Севастополь: ЭКОСИ–Гидрофизика, 2009. С. 78–101.
10. Саркина И. С. Конспект базидиальных и сумчатых макромицетов природного заповедника «Мыс Мартьян» : итоги 30-летних исследований // Науч. зап. природ. заповедника «Мыс Мартьян». Вып. 1. Ялта, 2010. С. 15–43.
11. Саркина И. С., Придюк Н. П. Аннотированный список сумчатых и базидиальных макромицетов Ялтинского горно-лесного природного заповедника // Науч. зап. природ. заповедника «Мыс Мартьян». Вып. 3. Ялта, 2012. С. 45–82.
12. Саркина И. С. Грибы знакомые и незнакомые : справочник-определитель грибов Крыма. 2-е изд. Симферополь: Бизнес-Информ, 2013. 440 с.
13. Саркина И. С. Напочвенные макромицеты парков Никитского ботанического сада // Науч. зап. природ. заповедника «Мыс Мартьян». Вып. 5. Ялта, 2014. С. 45–60.
14. Червона книга України. Рослинний світ / ред. Я. П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

I. S. Sarkina

*Nikita botanical gardens – National scientific centre, Yalta*  
e-mail: maslov\_ivan@mail.ru

### SPREADING AND PRESERVATION OF FUNGY OF THE RED DATA BOOK OF THE RUSSIAN FEDERATION IN CRIMEA

**Summary.** The data results about preservations species of fungi of Crimean peninsula in according with Red Data Book of the Russian Federation (RDB RF) have been announced. More then 900 species of macroscopic Ascomycetes and Basidiomycetes are known in Crimea now. 13 species from this number are listed in the RDB RF and 5 – in their appendix. The list of these species and data

about spreading and meeting them on peninsula territory has been presented. The basis factors, threatening their existence have been given.

РЕДКИЕ ВИДЫ ГРИБОВ ДУБРАВ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ  
ЕВРОПЕЙСКОГО ЦЕНТРА РОССИИ

Одним из основных типов зональной растительности лесостепи Восточно-Европейской равнины являются широколиственные леса, где доминантом выступает дуб черешчатый *Quercus robur* L. Эти сообщества, особенно на зрелых стадиях сукцессии, по сравнению с другими типами растительности лесостепной зоны, имеют наиболее сложную структуру, отличаются высоким видовым разнообразием и продуктивностью. В их состав входит множество видов, в т. ч. и грибов, которые относятся к редким и нуждающимся в охране. Однако устойчивая тенденция сокращения площадей старовозрастных дубрав, охватившая со второй половины XX столетия всю европейскую лесостепь, ведет к сокращению и/или деградации местообитаний грибных консортов дуба, и в первую очередь редких видов, которые достаточно быстро выпадают из состава этих сообществ. Целью данной работы является анализ на примере микобиоты Липецкой области редких видов грибов дубрав северной лесостепи Европейского центра России.

Липецкая область расположена в бассейне Верхнего Дона и полностью лежит в пределах северной лесостепи, где исходными зональными типами растительности вплоть до XV–XVI столетий являлись примерно в равном соотношении дубравы и луговые степи. Последующее хозяйственное освоение этой территории привело к практически полному исчезновению степей и существенному сокращению дубрав. К настоящему времени дубравы сохранились в виде небольших островных урочищ на водоразделах и по долинам рек и занимают при общей лесистости территории 10 % примерно треть всей лесопокрытой площади. Наибольшую их долю (около 50 %) составляют нагорные дубравы, приуроченные к коренным склонам долин Дона и его притоков. Основная их часть имеет порослевое происхождение и воз-

раст 60–80 лет, доля старовозрастных дубрав крайне мала.

В результате исследований последних трех десятилетий для Липецкой области выделена группа редких видов грибов, включающая 101 вид. Из них 41 вид занесен в основной список Красной книги Липецкой области, состояние их популяций оценивается как угрожающее. Еще 60 видов, состояние которых в области уязвимо, включены в мониторинговый список, их популяции нуждаются в постоянном контроле [1]. Из этих видов в дубравах обитает 45 видов, в т. ч. 24, включенных в основной список региональной Красной книги. К ним относятся виды из следующих трофических групп: симбиотрофы – *Cortinarius claroflavus* Rob. Henry, *C. vespertinus* (Fr.) Fr., *Gyroporus castaneus* (Bull.) Quél., *Boletus appendiculatus* Schaeff., *B. calopus* Fr., *B. legaliae* Pilát, *B. radicans* Gillet, *B. satanas* Lenz, *Lycoperdon echinatum* Pers.; ксилотрофы – *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, *Hericium cirrhatum* (Pers.) Nikol., *Piptoporus quercinus* (Schrad.) P. Karst., *Pluteus thomsonii* (Berk. et Broome) Dennis, *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fr., *Sparassis brevipes* Krombh.; гумусовые сапротрофы – *Discina fastigiata* (Krombh.) Svrček et J. Moravec, *Helvella acetabulum* (L.) Quél., *Peziza succosa* Berk.; *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan, *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd, *Clavaria zollingera* Lév., *Clavariadelphus pistillaris* (L.) Donk и *Geastrum rufescens* Pers.

Еще 21 вид вошли в мониторинговый список, это симбиотрофы с различной степенью облигатности – *Boletus impolitus* Fr., *B. luridiformis* Rostk., *B. queletii* Schulzer, *B. rubellus* Krombh., *Cortinarius rufolivaceus* (Pers.) Fr., *Hygrophorus chrysodon* (Batsch.) Fr., *Lactarius acris* (Bolton) Gray, *L. lilacinus* (Lasch) Fr.; ксилотрофы – *Antrodia foliaceodentata* (Nicol.) Gilb. et Ryvardeen, *Climacodon pulcherrimus* (Berk. ex M. A. Cortis) Nikol., *Inonotus dryophilus* (Berk.) Murril, *Volva*

*riella murinella* (Quél.) M. M. Moser; гумусовые сапротрофы - *Caloscypha fulgens* (Pers.) Boud., *Otidea onotica* (Pers.) Fuckel, *Ehomyces muricatus* Fr.; *Melanophyllum haematospermum* (Bull.) Kriessl, *Mycena peliantina* (Fr.) Quél., *Lepiota boudieri* Guég., *Lycoperdon mammiformis* Pers., *Thelephora anthocephala* (Bull.) Fr. и *T. caryophyllea* (Schaeff.) Pers.

Следует отметить, что значительная часть видов является редкими для России в целом (*Boletus satanas*, *Clavaria zollingeri*, *Sparassis brevipes*, *Piptoporus quercinus* и др.), из них 3 вида (*Ganoderma lucidum*, *Grifola frondosa* и *Polyporus umbellatus*) занесены в Красную книгу Российской Федерации [2].

Трофическая структура редких видов макромицетов дубрав представлена тремя основными группами: симбиотрофы составляют 40 % видов, гумусовые сапротрофы – 36 % и ксилотрофы – 24 %. Дуб относится к высокомикотрофным растениям, этим объясняется высокое видовое богатство симбиотрофных грибов-консортов в его формациях, отличающихся большим количеством стенотрофных видов (*Boletus appendiculatus*, *B. calopus*, *B. legaliae*, *B. radicans*, *B. satanas* и *Cortinarius claroflavus*).

Особого внимания требует мониторинг состояния уязвимых видов, которые тяготеют к старовозрастным дубравам. К этой группе от-

носятся ксилотрофные узкоспециализированные консорты дуба *Ganoderma lucidum*, *Grifola frondosa*, *Sparassis brevipes*, *Piptoporus quercinus* и гумусовый сапротроф *Clavaria zollingeri*, три последних вида в Центрально-Черноземном регионе обнаружены только в Липецкой области.

подавляющее большинство редких видов грибов было выявлено в участках старовозрастных дубрав, официально признанных особо ценными лесными массивами. Так, 79 % локальных мест обитания указанных видов отмечено в пределах существующих особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального и федерального статуса, что служит дополнительным подтверждением значимости придания им подобного статуса. Особую ценность представляют старовозрастные нагорные дубравы на известняках, для которых характерны наиболее редкие виды грибов. К таким дубравам относятся в том числе охраняемые в качестве памятников природы урочища Плющань, Бык, Аргамач-Пальна, Ясенок и др. В целом редкие виды грибов, ассоциированные с дубом, следует рассматривать как виды-индикаторы особо ценных старовозрастных дубрав. В наименее нарушенных дубравах доля таких видов достаточно велика и убывает по мере возрастания пессимальности условий.

#### Список литературы

1. Красная книга Липецкой области : в 2-х т. Т. I. Растения, грибы, лишайники. Изд. 2-е, перераб. / под ред. А. В. Щербакова. Липецк: ООО «Веда социум», 2014. 696 с.
2. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Мин-во природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Русское ботаническое общество; МГУ им. М. В. Ломоносова ; гл. ред. колл. Ю. П. Трутнев и др. ; сост. Р. В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

L. A. Sarycheva

Voronezh State University, nature reserve «Galychya Gora»,  
Voronezh  
e-mail: vssar@yandex.ru

#### RARE MUSHROOM SPECIES OF OAK FORESTS IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF CENTRAL RUSSIA

**Summary.** Oaks of the forest-steppe of the East European Plain are important for the conservation of rare mycobiota species. They contain approxi-

mately 45 % of the mushroom species, the preservation of which is required in the region.

## РЕДКИЕ ВИДЫ ДРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ

Оренбургская область находится в пределах лесостепной и степной зон Южного Урала и характеризуется низкой общей лесистостью и неравномерностью размещения лесов по территории. Исследования биоты дроворазрушающих базидиальных грибов в Оренбургской области начались в 1993 году. В настоящее время отмечено более 300 видов ксилотрофных грибов [10], и можно предположить, что большая часть видового разнообразия микобиоты на настоящий момент выявлена. В пользу этого предположения говорит, в частности, сравнение видового разнообразия региональной биоты с количеством видов ксилотрофных грибов в лесостепной и степной частях Украины (220 и 189 видов соответственно) [1]. На этом фоне выявленное разнообразие грибов в Южном Приуралье выглядит вполне объемным и достоверным, но есть и перспектива существенно дополнить видовой список. Это, в частности, подтверждается ежегодными находками новых видов в регионе [9]. Так, в 2013–2014 годах в регионе были впервые отмечены 30 видов дроворазрушающих грибов: *Athelia lutescens* (J. Erikss. & Ryvaren) Zmitr. & Spirin, *Athelidium aurantiacum* (M. P. Christ.) Oberw., *Antrodia pulvinascens* (Pilát) Niemelä, *Byssocorticium pulcheum* (S. Lundell) M. P. Christ., *Ceriporia excelsa* (Lund.) Parmasto, *Ceriporiopsis resinascens* (Rom.) Domanski, *Corticium expallens* Bres., *C. quercicola* Jülich, *Fibuloporia mucida* (Pers.: Fr.) Niemella, *Hypochnicium punctulatum* (Cooke) J. Erikss., *Hyphoderma sibiricum* (Parmasto) J. Erikss. & A. Strid, *H. tenue* (Pat.) Donk, *Hyphodontia pallidula* (Bres.) J. Erikss., *Leucogyrophana pinastri* (Fr.) Ginns & Weresub, *Phlebia cretacea* (Bourdot & Galzin) J. Erikss. & Hjortstam, *P. deflectens* (P. Karst.) Hjortstam, *P. griseoflavescens* (Litsch.) Erikss. & Hjortstam, *P. martiana* (Berk. & M. A. Curtis) Parmasto, *P. subochracea* (Bres.) J. Erikss. & Ryvarden, *Phlebiella grisella* (Bourdot) K. H. Larss. & Hjortstam, *Phlebiopsis ravenelii* (Cooke) Hjortstam, *Piloderma byssinum*

(P. Karst.) Jülich, *Serpula himantoides* (Fr.) P. Karst., *Steccherinum collabens* (Fr.) Vesterholt, *S. subcrinale* (Peck) Ryvarden, *Tomentella fibrosa* (Berk. & M. A. Curtis) Kõljalg, *T. subtestacea* Bourdot & Galzin, *Trechispora confinis* (Bourdot & Galzin) Liberta, *Tubulicrinis globisporus* K. H. Larss. & Hjortstam, *Xenasma pulverulentum* (Litsch.) Donk.

Проведенные исследования позволили обозначить отличия в сроках формирования плодовых тел, изучить абсолютную и относительную численность отмеченных видов в сообществах, выявить основные закономерности распределения грибов по типам леса и по типам субстратов, а также оценить распространение и численность популяций отдельных видов, имеющих хозяйственную или научную ценность [2, 3, 7].

Значительный уровень изученности региональной микобиоты является основой для выделения редких, малочисленных видов грибов, в том числе нуждающихся в принятии специальных административных мер для сохранения популяций. При определении редкости того или иного вида исследователи нередко используют критерий встречаемости, исходя из которого списки редких видов существенно увеличиваются в размерах за счет включения в них видов, представленные в регионе единичными находками.

Анализ представленности видов по районам региона показал, что самая крупная группа видов – малоактивные, найденные в 1–4 районах. Таких видов в изученной микобиоте – 81. Анализ относительной значимости малочисленных видов в локальных микобиотах показывает, что такие виды встречаются почти во всех изученных районах, но доля редких видов выше именно в центральных районах региона (Тюльганский, Оренбургский, Переволоцкий, Бугурусланский и Новосергиевский), что можно рассматривать, как показатель сравнительно высокого своеобразия природных условий

этой части района исследований, а также как индикатор научной ценности анализируемой микобиоты. Эти виды сильно отличаются по своим экологическим характеристикам и, по сути, отражают степень специфичности видового состава грибов в каждом из изученных районов, составляя своего рода ценотический резерв микобиоты, обеспечивающий ее среднесрочную устойчивость [6].

Уникальность находок этих видов как таковая не может и не должна являться основанием для включения их в списки редких видов, поскольку среди них могут встречаться как случайные, заносные виды, так и виды, которые ранее просто не попадали в сферу внимания исследователей (из-за аперриодичности появления плодовых тел, малого учетного потенциала [11] и, наконец, низкой квалификации исследователей). Количество уникальных находок можно считать свидетельством тщательно проведенных исследований и косвенным показателем богатства среды в определенных районах Оренбургского Предуралья.

Соответственно, такие «редкие» виды могут быть включены в число кандидатов в списки редких видов, а объективно редкими и исчезающими, уязвимыми являются виды, малочисленные по естественным причинам: эндемики, реликты, краеареальные виды.

В Оренбургской области к реликтовым могут быть отнесены *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill., *Polyporus pseudobetulinus* (Murashk. & Pilát) Thorn, Kotir. & Niemelä, *Sarcodontia spumea* (Sowerby) Spirin, *Steccherinum murashkinskyi* (Burt) Maas Geest., *Trametes ljubarskyi* Pilát [4–6].

К видам, вероятно находящимся в регионе на границе ареала, могут быть отнесены те грибы, распространение которых лимитируется субстратом (т. е. встречающиеся только на древесине того или иного рода древесных растений), имеющим в регионе ограниченное распространение. Из-за ограниченного распространения в Оренбургской области сосняков, к краеареальным могут быть отнесены виды ксилотрофных грибов, встречающиеся преимущественно на хвойных растениях (*Dichomitus squalens* (P. Karst.) D. A. Reid, *Diplomitoporus flavescens* (Bres.) Domański, *Gloeoporus taxicola* (Pers.) Gilb. & Ryvarde, виды рода *Postia*). В регионе находится юго-восточная граница рас-

пространения *Quercus robur* L., вследствие чего к краеареальным можно отнести и виды, специализирующиеся на деструкции древесины дуба (*Daedalea quercina* (L.) Pers., *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With., *Fomitoporia robusta* (P. Karst.) Fiasson & Niemelä, *Inocutis dryophila* (Berk.) Fiasson & Niemelä и др.).

Нахождение других видов в регионе на границе ареала обусловлено, вероятно, экологическими особенностями самих видов. Аргументом в пользу их пограничного положения является отсутствие достоверных данных об их находках севернее или южнее Южного Приуралья. Вероятно, на южной границе ареала в Оренбургском Предуралье находятся *Polyporus ciliatus* Fr., *Polyporus tuberaster* (Jack. Ex Pers.) Fr. На северной границе ареала в Южном Приуралье, вероятно, находятся такие виды, как *Fomitoporia pseudopunctata* (A. David, Dequatre & Fiasson) Fiasson, *Lenzites warnieri* Durieu & Mont., *Phellinus rimosus* (Berk.) Pilát, *Hyphodontia flavipora* (Berk. & M.A.Curtis ex Cooke) Sheng H.Wu [8].

Наиболее значимую группу составляют виды, малочисленные в пределах всего ареала. К таким видам, в частности, относятся *Climacodon septentrionalis* (Fr.) P. Karst., *Diplomitoporus flavescens*, *Piptoporus quercinus* (Schrad.) P. Karst., *Postia leucomallella* (Murrill.) Jülich, *Sarcodontia crocea* (Schwein.) Kotl., *Trametes suaveolens* (L.) Fr., *Tyromyces kmetii* (Bres.) Bondartsev & Singer, *Volvariella bombycina* (Schaeff.) Singer. Эти виды официально признаны редкими во многих странах.

Всего в регионе выделено 22 вида, которые можно отнести к редким и малочисленным. В том числе ряд видов занесен в Красную книгу Оренбургской области (2013): *Climacodon septentrionalis*, *Hericium coralloides* (Scop.) Pers., *Lenzites warnieri*, *Piptoporus quercinus*, *Polyporus pseudobetulinus*, *Tyromyces fissilis* (Berk. & M. A. Curtis) Donk., *Tyromyces fumidiceps* G. F. Atk., *Tyromyces kmetii*, *Trametes ljubarskyi*, *Sarcodontia crocea*, *S. spumea*, *Steccherinum murashkinskyi*, *Volvariella bombycina*.

Доля редких видов в микобиотах районов варьирует в широких пределах – от 0 (Пономаревский район) до 18,2 % (Ташлинский район). По числу редких видов выделяются наиболее

обследованные Бузулукский и Тюльганский районы.

Поскольку региональная Красная книга является документом, подлежащим периодическому обновлению, ряд видов грибов-макромицетов, представленные на территории области единичными находками, могут рассма-

триваться в качестве кандидатов на включение в следующее ее обновление.

Меры по выделению, изучению и сохранению редких (малочисленных и реликтовых) видов представляют собой начальный этап программы планомерного сохранения микобиоты региона.

### Список литературы

1. Акулов А. Ю., Усиченко А. С., Леонтьев Д. В., Юрченко Е. О., Придюк Н. П. Аннотированный список афиллофороидных грибов Украины // Мицена. Т. 2. Вып. 2. 2003. 75 с.
2. Биоресурсный потенциал Центрального Оренбуржья : кол. монография / под ред. М. А.Сафонова. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. 248 с.
3. Маленкова А. С., Сафонов М. А., Русаков А. В., Булгаков Е. А. Ресурсный потенциал микобиоты центральных районов Оренбургской области // Фундаментальные исследования. № 9 (ч. 8). 2014. С. 1746–1749.
4. Мурашкинский К. Е. Горно-таежные трутовики // Труды Омск. с.-х. ин-та. 1939. Т. 17. С. 75–108.
5. Мурашкинский К. Е. Трутовики Сибири. II. О некоторых видах на лиственных породах. Омск: Изд-во Омск. с.-х. ин-та, 1940. 27 с.
6. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: УИФ Наука, 1993. 231 с.
7. Сафонов М. А. Структура сообществ ксилотрофных грибов. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 269 с.
8. Сафонов М. А. Редкие виды грибов Оренбургской области: проблемы выявления, изучения и охраны. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2003. 100 с.
9. Сафонов М. А., Маленкова А. С. Новые находки дереворазрушающих грибов на древесине сосны в Южном Предуралье // Вестн. Оренбург. гос. пед. ун-та. Электронный научный журнал (Online). ISSN 2303-9922. URL: <http://www.vestospu.ru>. 2013. № 4 (8). С. 27–33.
10. Сафонов М. А., Маленкова А. С., Русаков А. В., Ленева Е. А. Биота искусственных лесов Оренбургского Предуралья. Оренбург: ООО «Университет», 2013. 176 с.
11. Сафонов М. А., Сафонова Т. И. Теоретические и практические подходы сохранения биоразнообразия микобиоты Южного Приуралья // Вестн. ОГУ. 2010. № 6 (112). С. 29–33.

**М. А. Safonov**

*Orenburg state pedagogical university, Orenburg  
e-mail: safonovmaxim@yandex.ru*

### **RARE WOOD-DESTROYING FUNGI SPECIES OF THE ORENBURG REGION: RESULTS AND PERSPECTIVES OF INVESTIGATION AND CONSERVATION**

**Summary.** The results of the study of wood-destroying fungi biota of the Orenburg region (Russia) are described. It is noted that the majority species shows low activity, marked 1–4 in the districts. Only 22 species are included in the list of rare and threatened species of fungi of the region.

The remaining species, represented by single finds are candidates for inclusion in the list of rare species after a thorough research.

## ОСОБЕННОСТИ БИОТЫ АГАРИКОИДНЫХ ГРИБОВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ\*

Волго-Ахтубинское междуречье – одно из удивительнейших мест природы России. Это крупная пойменная система, которая располагается между рекой Волгой и ее рукавом – Ахтубой, достигая около 450 км по протяженности и до 30 километров в ширину. Ее территория относится к континентальной Восточно-Европейской климатической области, с довольно высокими средними значениями температур (средняя  $t$  июля: + 24,7 °С, февраля: +8,8 °С) и скромным среднегодовым количеством осадков (~260–300 мм). Такие показатели в целом типичны для юга степной и севера пустынной зон, и их сочетание обычно обуславливает развитие характерной растительности с преобладанием травянистых и полукустарниковых форм. Однако на территории междуречья, благодаря мощной водной системе, состоящей из множества рукавов, затонов, ериков и озер, складывается свой особый гидрологический режим. С одной стороны, в период обширного половодья значительная часть суши этой местности затопливается и после схода воды довольно долго остается насыщенной грунтовой влагой. С другой стороны, большая водная поверхность дает интенсивное испарение, за счет чего относительная влажность в пойме в теплый сезон бывает выше окружающего степного пространства на 10–12 %. Совокупность всех указанных факторов в сочетании с гривисто-ложбинным рельефом приводит к развитию здесь не имеющей зональных аналогов растительности, а также богатой и своеобразной микобиоты.

В ходе выполнения проекта по исследованию микобиоты аazonальных типов растительности юго-запада России (РФФИ–12–04–00061\_а) автором и его коллегами Ю. А. Ребриевым, Е. С. Поповым, Н. П. Придюком были совершены экспедиционные микологические поездки в разные географические точки поймы почти на всем ее протяжении (от Средней Ах-

тубы до Астрахани). Среди изученных территорий самой богатой и интересной в микологическом отношении оказалась ООПТ Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» (далее ВАП), где было выявлено максимальное число видов макромицетов. Поэтому дальнейшее описание и обсуждение результатов будут соотноситься прежде всего с данной территорией.

Природный парк ВАП общей площадью 153 855 га располагается в северной части междуречья, в пределах Волгоградской области. Среди многообразия растительных сообществ наиболее распространенными являются галерейные пойменные леса (особенно дубравы и тополевики), водно-болотные сообщества и пойменные луга. Главными лесообразующими породами являются дуб, тополя черный и белый, меньшее участие принимают вяз гладкий, некоторые виды ив. Кроме аборигенных древесных пород, во многих участках поймы изобилует натурализовавшийся интродуцент ясень пенсильванский. Распределение лесных формаций из указанных пород следующее: притеррасные части поймы и гривы занимают дубравы (иногда с примесью вяза и ясени); понижения с избыточным увлажнением и длительным затоплением – ивняки; площади со средней продолжительностью затопления – осокорники. Территория парка совпадает с южной границей ареала дуба (*Quercus robur*), что накладывает отпечаток на характер дубрав, жизнеспособность деревьев, а также, вероятно, на их способность к микоризообразованию.

Луговая растительность поймы представлена несколькими типами в зависимости от наличия и продолжительности затопления: от остепненных полынно-злаковых, до мезофитных злаково-разнотравных и гигрофитных ситниково-осоковых, часто переходящих в околородные рогозово-тростниковые сообщества.



Биота макромицетов ВАП изучалась во время кратких (7–10 дней) экспедиций 2012–2013 гг., а также во время проведения XIII Международного рабочего совещания Комиссии по изучению макромицетов РБО 24 сентября – 02 октября 2014 г. Все поездки состоялись в сентябре-октябре, поэтому полученные результаты отражают в первую очередь сложение осенней микобиоты и не претендуют на полноту. Тем не менее уже сейчас очевидны основные тенденции и особенности.

Список агарикоидных базидиомицетов ВАП в данный момент содержит 267 видов, из которых порядку Agaricales принадлежит 224 вида, Boletales – 25, Russulales – 18. Самыми крупными являются семейства Agaricaceae – 49 (18 %), Tricholomataceae – 27 (10 %), Strophariaceae – 24 (9 %), Boletaceae – 23 (8,6 %), Psathyrellaceae – 21 (8 %). Своеобразие таксономического состава наиболее ярко проявляется при рассмотрении спектра ведущих родов. В десятку крупнейших входят: *Agaricus* – 15 видов; *Mycena* – 15; *Leucoagaricus* – 14; *Russula* – 14; *Boletus* – 13; *Psathyrella* – 12; *Inocybe* – 12; *Pluteus* – 10; *Coprinus* s.l. – 9; *Clitocybe* – 9. Вслед за ними идут роды, содержащие по 8 видов: *Lepiota*, *Hebeloma*, *Conocybe*.

Полученные показатели сразу обращают внимание на высокое участие в таксономической структуре семейства Agaricaceae и родов *Agaricus* и *Leucoagaricus*. В целом повышение ранга этого семейства вплоть до первого места вполне закономерно для южных микобиот, и высокое разнообразие шампиньонов в степях является давно известной тезой. Однако столь значительное богатство рода *Leucoagaricus* оказалось настоящим сюрпризом. Небольшой анализ российских списков показал, что обычно для регионов отмечают от 1 до 3 видов этого рода (с учетом синонимов в родах *Lepiota* и *Leucocoprinus*). Довольно большое число видов *Leucoagaricus* ранее было зарегистрировано только в Ростовской области (9 видов) и на Дальнем Востоке (10 видов, из которых 3 описаны в 2013 г. как новые для науки) [1, 2]. На территории парка ВАП уже сейчас известно 14 видов, и, весьма вероятно, при более длительных и тщательных исследованиях будет обнаружено еще несколько видов, сходных по экологии с найденными, т. е. обитающими в пойменных

лесах с участием дуба, ивы, вяза и тополя, в толще хорошо развитой подстилки. Интересно отметить, что среди них имеются не только виды, известные из умеренных и теплых регионов Западной Европы (*L. croceovelutinus*, *L. marriageae*, и др.), но даже виды с преимущественно Средиземноморским распространением – *L. menieri*, *L. subvolvatus*. Подавляющее большинство видов этого рода являются редкими для России, шесть видов были отмечены впервые (*L. purpleoilacinus*, *L. brunneocingulatus*, а также четыре, упомянутых выше). Род *Leucocoprinus*, таксономически родственный белешампиньонам, на территории парка оказался представлен только одним, но очень редким видом – *L. ianthinus*. Другие роды агариковых грибов также включают интересные находки. Например, род *Macrolepiota* представлен пятью таксонами, из которых 4 принадлежат группе *M. procera*, в том числе *M. procera* f. *pseudoolivascens*. И наконец, редкой удачей можно считать обнаружение *Floccularia rickenii*, – вида, известного в России всего по нескольким находкам.

Кроме семейства Agaricaceae, в порядке Agaricales весомые позиции занимают семейства темноспоровых видов с обилием мелких представителей: Strophariaceae, Psathyrellaceae, Inocybaceae, Bolbitiaceae. Эти грибы во множестве населяют все основные типы растительных сообществ в соответствии со своими пищевыми предпочтениями. Виды родов *Inocybe*, *Hebeloma* характерны преимущественно для дубрав, тополельников и ивняков, а виды родов *Psathyrella*, *Conocybe*, *Hypholoma*, *Pholiota*, *Galerina* отмечены практически во всех вариантах фитоценозов ВАП от лесных до луговых и околоводных, предпочитая пониженные и увлажненные местообитания со слоем аллювия и перегнивающими растительными остатками. Несмотря на азональный характер упомянутых типов растительности и предполагаемое обитание в них распространенных видов грибов с широкими ареалами, здесь были обнаружены редкие, в т. ч., вероятно, новые для России *Inocybe pseudoasterospora* var. *microsperma*, *Hebeloma gigaspermum*, *H. quercetorum*, *Conocybe herbarum*, *Pholiotina dasypus*, *Psathyrella longicauda*, *P. sylvestris*.

Небольшую, но интересную часть порядка Agaricales в условиях ВАП составляют семей-

ства Amanitaceae и Entolomataceae. За время экспедиций найдено всего 7 видов рода *Amanita*, но три из них необычны и редки. *Amanita excelsa* представлена интересной формой *f. panterinoides*, указанной только в монографии Neville and Poumarat 2004 г. *Amanita vittadini*, вид Красной книги РФ 2008 г., в этой местности бывает обилён, предпочитая мезофитные разнотравно-злаковые луга с небольшим выпасом, хотя иногда охотно растёт на поливаемых газонах. Также нельзя не отметить, что в отлично сохранившихся пойменных галерейных дубравах заказника «Лещевский» были найдены образцы неопределяемого (с имеющейся на сегодня литературой) вида рода *Amanita*. Вполне вероятно, что это пока неизвестный науке вид. Видов семейства энтоломовых обнаружено в ВАП немного, однако среди них имеется новый для России – *Entoloma iodinolens*, обитавший в тополево-ивовом сообществе.

Настоящей изюминкой микобиоты Волго-Ахтубинской поймы является семейство *Boletaceae*, состав которого просто «звездный». Род *Boletus* насчитывает 13 видов, и цифра такого порядка в целом характерна для южных и горных регионов России. Но важно отметить, что здесь являются обычными, даже фоновыми, некоторые виды, которые в других регионах редки: *Boletus radicans* (и, возможно, его форма *B. sanguineipes*), *Boletus impolitus*, *Boletus queletii*. И в то же время здесь обитают виды болетовых, редкие по всему ареалу: *Aureoboletus gen-*

*tilis*, *Rubinoboletus rubinus* (Красная книга РФ), а также виды, описанные ранее только по единичным находкам в Средиземноморье: *Boletus cf. adonis*, *B. cf. comptus*. Кроме того, впервые в России был обнаружен моховик *Xerocomus cisalpinus*, недавно описанный в Западной Европе и характерный в основном для горных и средиземноморских регионов. Подавляющее число болетовых грибов поймы приурочено к богатым возрастным пойменным дубравам с низкой степенью рекреации.

Подводя итоги, можно сформулировать ряд положений, характеризующих особенности сложения биоты агариковых грибов ВАП: 1) микобиота ПП «Волго-Ахтубинская пойма» значительно отличается от микобиоты зональных сообществ аридных регионов юго-запада России в сторону повышения богатства и своеобразия; 2) максимальное число видов, в том числе редких, тяготеет к галерейным пойменным лесам, и особенно к дубравам; 3) наиболее богатым составом отличаются семейства *Agaricaceae* и *Boletaceae*; 4) большое число видов относится к мелким темнеспоровым представителям семейств *Strophariaceae*, *Psathyrellaceae*, *Inocybaceae*, *Bolbitiaceae*; 5) уникальное сочетание высоких летних температур и повышенного количества влаги обеспечивает условия для обитания на территории ВАП редких (в т. ч. новых для России) южных и средиземноморских видов.

### Список литературы

1. Малышева Е. Ф., Светашева Т. Ю., Булах Е. М. Грибы Российского Дальнего Востока. I. Новая комбинация и новые виды с красно-бурыми плодовыми телами рода *Leucoagaricus* (*Agaricaceae*) // Микология и фитопатология. 2013. Т. 47. Вып 5. С. 167–179 (англ.).
2. Ребриев Ю. А., Русанов В. А., Булгаков Т. С., Светашева Т. Ю., Змитрович И. В., Попов Е. С. Микобиота аридных территорий юго-запада России. Ростов на/Д: Изд-во ЮФУ, 2012. 84 с.

T. Yu. Svetasheva

Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula  
e-mail: [foxtail\\_svet@mail.ru](mailto:foxtail_svet@mail.ru)

### PECULIARITIES OF AGARICS BIOTA IN THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN

**Summary.** Mycobiota of the Volga-Akhtuba floodplain Nature Park distinguishes from the zonal communities by increasing of diversity and originality. 267 species were found during short field trips 2012–2014. The maximum of species is

associated with floodplain oak and poplar forests. *Agaricaceae* (esp. *Leucoagaricus*, 14 species) and *Boletaceae* (esp. *Boletus*, 13 species) are the richest taxons. There are many small species of *Strophariaceae*, *Psathyrellaceae*, *Inocybaceae*, *Bolbitiaceae*

inhabiting all types of communities as floodplain forests, meadow and wetlands. A unique combination (for this climatic zone) of high temperature

and increased humidity provides the existence of many rare southern and Mediterranean species including new ones for Russia.

**В. А. Сенашова**

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН  
г. Красноярск, Россия  
e-mail: vera0612@mail.ru

## ФИТОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ ФИЛЛОСФЕРЫ ХВОЙНЫХ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Инициаторами болезнетворного процесса растений могут выступать представители различных царств живых организмов: вирусы, вириды, микоплазмы, бактерии, грибы и грибоподобные организмы, а также лишайники, высшие цветковые растения-паразиты, животные. Но грибы, безусловно, доминируют среди фитопатогенов: на территории Европы из 162 экономически значимых заболеваний они вызывают 135 (т. е. 83 % от общего количества) [6].

Со второй половины XX века наблюдается повышение интереса исследователей к фитопатологической обстановке в бореальных лесах Средней Сибири. При этом преимущественно изучались возбудители инфекционного полегания сеянцев хвойных [4, 12], а также различные типы поражения стволов и корней древесных растений (рак, гнили и т. д.) [7, 8]. Рассмотрена роль эпифитных бактерий в патогенезе сеянцев хвойных [2]. Немногочисленные исследования патогенов филлосферы, представлены в основном работами на территориях лесопитомников [1, 3, 5]. В естественных насаждениях Средней Сибири болезни филлосферы до настоящего времени изучены недостаточно. А между тем патогены филлосферы в Сибири вызывают гибель и осыпание хвои, что особенно опасно для сеянцев, самосева и подроста. Взрослые деревья в случае незначительного поражения играют роль источника инфекций, а при массовом повреждении кроны становятся более уязвимыми к воздействию неблагоприятных факторов, что сказывается на здоровье лесов в целом.

Проведено исследование видового разнообразия фитопатогенных микромицетов хвои в лесопитомниках, искусственных насаждениях и естественных лесах 22 лесничеств Средней Сибири и в заповеднике «Столбы». Применялись

стандартные фитопатологические и микробиологические методы работы [9].

Выявлен 21 вид грибов, вызывающих 19 заболеваний хвои на территории Средней Сибири (табл. 1). Все диагностированные повреждения листового аппарата хвойных условно можно разделить на две группы: болезни типа «шютте» (вызываемые сумчатыми и несовершенными грибами) и ржавчинные повреждения хвои (вызываемые представителями порядка *Uredinales*). Наиболее разнообразный видовой состав фитопатогенов наблюдается в таежной и горно-таежной зонах Красноярского края. Преобладающим заболеванием является обыкновенное шютте сосны, вызываемое сумчатыми грибами *Lophodermium seditiosum* и *L. pinastri*. Данное поражение хвои зарегистрировано в 17 районах исследования как на территориях лесопитомников, так и в природных лесах. Указанные патогены обладают высокой пластичностью по отношению к экологическим факторам (в частности, к температуре), что обуславливает их практически повсеместную встречаемость в пределах всего ареала сосны.

Из болезней, вызываемых сумчатыми грибами, следует особо отметить пожелтение хвои сосны, возбудителем которого является *Cyclaneusma minus* (Butin). В 2010 г. данный патоген обнаружен в Озерском лесном питомнике Октябрьского лесничества республики Хакасия на 3-летней хвое сеянцев 4-го года жизни. Для Хакасии это заболевание является новым.

Из ржавчинных заболеваний стоит отметить ржавчинный рак пихты (возбудителем является разнохозяйный гриб *Melampsorella caryophyllacearum* Chroet.) Большое распространение данный патоген имеет в лесах Усин-

Таблица 1

Фитопатогенные грибы филлосферы хвойных растений Средней Сибири и вызываемые ими заболевания

Систематическое положение	Наименование патогена*	Вызываемое заболевание
Отдел Ascomycota	<i>Lophodermium pinastri</i> (Schard.) Chev., <i>Lophodermium seditiosum</i> Mint. Stal.	обыкновенное шютте сосны
	<i>Lophodermium abietis</i> Rostr.	низинное шютте ели
	<i>Lirula macrospora</i> (R. Hartig) Darker	обыкновенное шютте ели
	<i>Lophodermium juniperinum</i> Fr. de Not.	обыкновенное шютте можжевельника
	<i>Hypodermella laricis</i> Tubeuf	шютте лиственницы
	<i>Lophodermella sulcigena</i> (Link) Höhn.	серое шютте
	<i>Cyclaneusma minus</i> (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter	пожелтение хвои сосны
	<i>Gremmenia infestans</i> (P. Karst.) Crous [= <i>Phacidium infestans</i> Karst.]	снежное шютте (фацидиоз)
	<i>Herpotrichia nigra</i> Hartig.	бурое шютте
Отдел Basidiomycota	<i>Chrysomyxa abietis</i> Wint.	золотистая ржавчина ели
	<i>Chrysomyxa ledi</i> DB	багульниковая ржавчина ели
	<i>Melampsorella caryophyllacearum</i> Chroet.	ржавчинный рак пихты
	<i>Coleosporium</i> sp.	колеоспороз сосны: ржавчинное поражение хвои
	<i>Pucciniastrum</i> sp.	ржавчинное поражение хвои пихты
	<i>Melampsora larici-populina</i> Kleb.	лиственничная ржавчина тополя
Fungi imperfecti	<i>Meria laricis</i> Vuill.	мериоз
	<i>Rhizosphaera pini</i> (Corda) Maubl	пожелтение хвои пихты
	<i>Truncatella hartigii</i> (Tubeuf) Steyaert (= <i>Pestalotia hartigii</i> Tubeuf Sacc. Syll.)	удушье сеянцев
	<i>Sclerofoma pithyophila</i> (Corda) Hohn. (анаморфа <i>Sydowia polyspora</i> (Bref. & Tavel) E. Müll. )	склерофомоз
	<i>Hendersonia acicola</i> Munch. et Tubeuf	серое шютте

ского (горно-таежная зона) и Ермаковского (участки горно-черневого района) лесничеств [10]. На отдельных площадях степень повреж-

дения пихты достигает 51 % (высота поврежденных деревьев  $\geq 30$  см) [11].

### Список литературы

1. Аминев П. И. Скорость развития шютте обыкновенное сосны в Северо-западном регионе в зависимости от внешних факторов // Микология и фитопатология. 1982. Т. 16, № 5. С. 451–457.
2. Гродницкая И. Д. Роль эпифитной микрофлоры в патогенезе сеянцев хвойных в питомниках : дисс. ... канд. биол. наук. Красноярск: ИЛ СО РАН, 1996. 216 с.
3. Гродницкая И. Д., Кузнецова Г. В. Заболевания *Pinus sylvestris* L. и *P. sibirica* Du Tour в географических

культурах и лесных питомниках Красноярского края // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири : материалы 3-го Международ. совещания, ИЛ СО РАН, 23–29 августа 2011, Красноярск. Красноярск: ООО «Дарма», 2011. С. 38–39.

4. Громовых Т. И. Влияние грибов-паразитов рода *Fusarium* на прорастание семян сосны обыкновенной // Микробные ассоциации в лесных биоценозах. Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1983. С. 56–59.

5. Коссинская И. С. Фацидиоз сосны. Новосибирск: Наука, 1974. 91 с.

6. Минкевич И. И., Дорофеева Т. Б., Ковязин В. Ф. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород : учеб. пособие / под общ. ред. И. И. Минкевича. СПб.: Изд-во Лань, 2011. 160 с.

7. Павлов И. Н., Барабанова О. А., Агеев А. А., Шкуренко А. С., Кулаков С. С., Шпенглер Д. В., Губарев П. В. Основная причина массового усыхания пихтово-кедровых лесов в горах Восточного Саяна – корневые патогены // Хвойные бореальной зоны. XXVI (1). 2009. С. 33–41.

8. Пашенова Н. В., Полякова Г. Г., Афанасова Е. Н. Изучение грибов синевы древесины в хвойных лесах Центральной Сибири // Хвойные бореальной зоны. XXVI (1). 2009. С. 22–28.

9. Семенкова И. Г., Соколова Э. С. Лесная фитопатология. М.: Экология, 1992. 345 с.

10. Сенашова В. А. Фитопатогенные микромицеты филлосферы хвойных насаждений Средней Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 104 с.

11. Сташкевич Н. Ю., Данилина Д. М., Сенашова В. А. Оценка состояния подроста *Pinus sibirica* Du Tour. и *Abies sibirica* Ledeb. в смешанных производных лесах черневого пояса Западного Саяна // Вестн. КрасГАУ. 2013. № 9. С. 145–150.

12. Якименко Е. Е. Микромицеты почв лесных питомников // Микология и фитопатология. 1992. Т. 26, вып. 6. С. 480–485.

V. A. Senashova

V. N. Sukachev Institute of forest SB RAS, Krasnoyarsk  
e-mail: vera0612@mail.ru

## PHYTOPATHOGENIC FUNGY OF CONIFEROUS NEEDLES IN THE MIDDLE SIBERIA

**Summary.** The territory of Middle Siberia has a considerable supply of coniferous forest. Very often pathogenic fungi are a reason of needle cost and of needle blight. The study of species diversity of needle pathogenic fungi was realized in forest nurse-

ries and natural forests. 19 different diseases were diagnosed. Pathogenic agents are members of three groups: Ascomycota, Basidiomycota (order Uredinales) and Fungi imperfecti.

И. И. Сидорова, А. В. Александрова,  
Е. Ю. Воронина

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: irsidor2008@yandex.ru

## НЕКОТОРЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ МИКРОБИОТЫ ПОЧВ В ГИФОСФЕРЕ АГАРИКОМИЦЕТОВ С РАЗНЫМ ТРОФИЧЕСКИМ СТАТУСОМ\*

Агарикомицеты – симбиотрофы и подстилочные сапротрофы играют фундаментально разные роли в экосистемах и различаются по способу питания, лимитирующим факторам их развития, участию в циклах С и N и путям поступления С – из корней растений посредством образования микоризы и сложных сетей свободного почвенного мицелия или за счет

деструкции целлюлозы и лигнина опада как первичного поступления. Рядом авторов [7, 11] показано, что эти пути пространственно разделены, что определяет доминирование указанных групп агарикомицетов в разных горизонтах почвенного профиля. Столь существенные различия симбиотрофов и подстилочных сапротрофов существенно влияют на их вза-

© Сидорова И. И., Александрова А. В., Воронина Е. Ю., 2015

имодействия с другими группами почвенной биоты и отбор в микосфере конкретных групп микроорганизмов.

В последние годы внимание исследователей обращено на изменения функциональной структуры сообществ микроорганизмов в микосфере (преимущественно в микоризосфере) симбиотрофов – гломеромицетов и агарикомицетов, их влияние на ферментативную активность микробиоты, отбор в микосфере бактерий, разрушающих нерастворимые фосфаты, диазотрофов и других функциональных групп почвенной биоты [2, 4, 8, 9, 13]. Остается неизвестным влияние подстилочных сапротрофов на функциональную структуру микробиоты их гифосферы, что не позволяет провести сравнительный анализ регуляторного действия на почвенную биоту двух важнейших групп микробиоты лесных экосистем.

Ранее нами было установлено, что как симбиотрофные, так и сапротрофные агарикомицеты активно влияют на численность и таксономическую структуру микро- и микробиоты в их гифосфере, но характер влияния этих трофических групп существенно различен [1]. В данной работе приведены результаты исследований представленности в гифосфере некоторых функциональных групп микробиоты – целлюлозолитических, хитинолитических и фосфатрастворяющих микроорганизмов, а также бактерий, способных использовать трегалозу как единственный источник углерода в среде, а также устойчивых к оксалату.

Выборка доминантных и частых видов агарикомицетов из групп симбиотрофов и подстилочных сапротрофов включала 22 вида, принадлежащих к 7 семействам из 4 порядков. Образцы почв и подстилки отбирали в гифосфере в картированных колониях видов на территории Звенигородской биостанции им. С. Н. Скадовского МГУ им. М. В. Ломоносова (Московская область). Контролем служили образцы, взятые вне колоний. В образцах определяли общую численность КОЕ культивируемых бактерий и микромицетов и представленность некоторых их функциональных групп путем посева из разведений на стандартные и селективные среды. Для характеристики действия представителей вида на микробиоту его гифосферы был предложен индекс влияния на

численность КОЕ микроорганизмов – отношение численности КОЕ в гифосфере к их численности в контроле.

Перевод нерастворимых соединений фосфора в растворимую, доступную для растений форму рассматривается как одна из важнейших функций симбиотрофных грибов, образующих как арбускулярные, так и эктомикоризы. Известно, что в этих процессах участвуют как сами симбиотрофы, так и многочисленные бактерии, присутствующие в микоризосфере и гифосфере их свободного мицелия [4]. Оставалась неизвестной роль в этих процессах микроорганизмов гифосферы подстилочных сапротрофов. Сравнительный анализ присутствия фосфатрастворяющих бактерий в гифосфере 22 доминантных и частых видов агарикомицетов с разным трофическим статусом и индексом влияния на численность КОЕ бактерий >1 показал, что в гифосфере симбиотрофных видов происходит статистически значимое повышение их доли (на 51–83 %). Совершенно иная закономерность наблюдалась в гифосфере подстилочных сапротрофов. Здесь не обнаружено статистически достоверного увеличения доли фосфатрастворяющих бактерий: она составляла в среднем 32,34 % в контроле и 36,76 % в гифосфере. Таким образом, установлено принципиальное различие симбиотрофов и подстилочных сапротрофов в селективном накоплении в микосфере фосфатрастворяющих бактерий [12].

Учет численности деструкторов целлюлозы на селективных средах Гетчинсона с фильтровальной бумагой и микрокристаллической целлюлозой показал значимое ее снижение в гифосфере всех изученных видов симбиотрофов (индекс влияния от 0,26 в колониях *Rusula delicata* до 0,46 – *Amanita citrina*). С таким влиянием симбиотрофов на целлюлозолитические грибы в почве может быть связан так называемый «эффект Гадгила» – подавление симбиотрофами процессов деструкции подстилки, причины которого до сих пор дискуссионны [5, 6, 10]. Для сапротрофов обнаружен значительный разброс данных. Так, в колониях активного деструктора опада *Gymnoporus confluentis* и *Marasmius oreades* индекс влияния на численность целлюлозолитиков составлял соответственно 0,21 и 0,32, у остальных же видов он был 0,66

и выше. Следует отметить, что на численность этой группы микробиоты слабо влияли такие активные деструкторы подстилки, как *G. peronatus*, *Lepista flaccida* и *L. nuda*. Сокращение численности КОЕ целлюлозолитических микромицетов происходило в значительной мере за счет снижения относительного обилия и даже элиминации видов из родов *Trichoderma* и др., обычных в контроле.

Численность КОЕ хитинолитических бактерий в контрольных образцах почвы и подстилки колебалась в широких пределах. В гифосфере подстилочных сапротрофов с высокой биомассой мицелия, образующих кольцевые колонии и мицелиальные маты, отмечено значимое повышение численности хитинолитиков, в первую очередь бактерий (включая актиномицеты) – в 2,8 раза у *Clitocybe nebularis* и в 3,6 раза у *L. nuda*. Среди симбиотрофов рост численности хитинолитиков был значительно меньше (в 1,6 раза у *Cantharellus cibarius*, 1,4 раза – у *Tricholoma stiparophyllum*) или их численность не отличалась достоверно от контроля. Для бактерий-хитинолитиков установлено увеличение разнообразия в гифосфере изученных видов агарикомицетов. Они представлены здесь преимущественно родами *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Streptomyces*. По предварительным данным, существует положительная корреляция между типом роста и биомассой мицелия агарикомицетов и числен-

ностью хитинолитиков в их гифосфере, что хорошо согласуется с известной стимуляцией развития этой группы деструкторов в присутствии добавок хитина [3].

Причиной возрастания численности бактерий в гифосфере агарикомицетов может служить выделение мицелием тех или иных соединений, в том числе трегалозы, используемых ими как источник питания. Увеличение численности культивируемых бактерий, способных использовать трегалозу, обнаружено только в гифосфере симбиотрофов

Присутствие в гифосфере агарикомицетов больших количеств оксалата кальция рассматривается часто как одна из причин сокращения численности в ней микроорганизмов. Накопление в гифосфере агарикомицетов бактерий, устойчивых к оксалату кальция и способных к его превращениям, обнаружено у двух видов симбиотрофных агарикомицетов – *Amanita citrina* и *Russula delica* (индексы влияния соответственно 1,77 и 2,92) и двух видов подстилочных сапротрофов – *Gymnoporus peronatus* и *Lepista flaccida* (индексы влияния – 1,33 и 2,46).

Анализ полученных данных подтвердил установленные нами ранее существенные различия типов влияния агарикомицетов с разным трофическим статусом на мико- и микробиоту их гифосферы.

### Список литературы

1. Сидорова И. И., Александрова А. В., Воронина Е. Ю. Микробиота гифосферы агарикоидных базидиомицетов – подстилочных сапротрофов и симбиотрофов // Изучение грибов в биогеоценозах. Пермь, 2009. С. 239–243.
2. Calvaruso Ch., Turpault M.-F., Leclerc E., Frey-Klett P. Impact of ectomycorrhizosphere on the functional diversity of soil bacterial and fungal communities from a forest stand in relation to nutrient mobilization processes // Microbial Ecology. 2007. Vol. 54. P. 567–577.
3. De Boer W., Gerards S., Gunnewiek K.P., Modderman R. Response of the chitinolytic microbial community to chitin amendments of dune soils // Biology Fertility Soils. 1999. Vol. 29. P. 170–177.
4. Frey-Klett P., Chavatte M., Clausse M. L. et al. Ectomycorrhizal symbiosis affects functional diversity of rhizosphere fluorescent pseudomonads // New Phytol. 2005. Vol. 165. P. 317–328.
5. Gadgil R. L., Gadgil P. D. Mycorrhiza and litter decomposition // Nature. 1971. Vol. 233. P. 133.
6. Herman D. J., Firestone M. K., Nuccio E., Hodge A. Interactions between an arbuscular mycorrhizal fungus and a soil microbial community mediating litter decomposition // FEMS Microbiology Ecology. 2012. Vol. 80. P. 236–247.
7. Hobbie E. A., Horton T. R. Evidence that saprotrophic fungi mobilize carbon and mycorrhizal fungi mobilize nitrogen during litter decomposition // New Phytol. 2007. Vol. 173. P.447–449.
8. Izumi H., Elfstrand M., Fransson P. *Suillus* mycelia under elevated atmospheric CO<sub>2</sub> support increased bacterial communities and scarce *nifH* gene activity in contrast to *Hebeloma* mycelia // Mycorrhiza. 2013. Vol. 23. P. 155–165.

9. Jansa J., Finlay R. D., Wallander H. et al. Role of mycorrhizal symbioses in phosphorus cycling // Phosphorus in Action. Eds. Bünemann E. K., Oberson A., Frossard E. Heidelberg: Springer, 2011. P. 137–168.
10. Koide R. T., Wu T. Ectomycorrhizas and retarded decomposition in a *Pinus resinosa* plantation // New Phytol. 2003. 158 401–407.
11. Lindahl B. D., Ihrmark K., Boberg J. et al. Spatial separation of litter decomposition and mycorrhizal nitrogen uptake in a boreal forest // New Phytol. 2007. Vol. 173. P. 611–620.
12. Sidorova I. I., Alexandrova A. V., Voronina E. Yu. Inorganic phosphate solubilising bacteria isolated from agaricomycete hyphosphere // Biogenic-abiogetic interactions in natural and anthropogenic systems / V International symposium. Saint-Petersburg, 2014. P. 112–113.
13. Uroz S., Calvaruso C., Turpault M. P. et al. Effect of the mycorrhizosphere on the genotypic and metabolic diversity of the bacterial communities involved in mineral weathering in a forest soil // Appl. Environ. Microbiol. 2007. Vol. 73. P. 3019–3027.

**I. I. Sidorova, A. V. Alexandrova, E. Yu. Voronina**  
*Moscow State University by named M. V. Lomonosov, Moscow*  
*e-mail: irsidor2008@yandex.ru*

### SOME SOIL MICROBIAL FUNCTIONAL GROUPS IN HYPHOSPHERE OF AGARICOMYCETE WITH DIFFERENT TROPHIC STRATEGIES

**Summary.** Some soil microbial functional groups' presence at hyphosphere of 22 symbiotrophic and litter saprotroph agaricomycete species was explored. Significant predominance of phosphate-solubilizing bacteria was detected at symbiotroph's hyphosphere as well as of chitinolytic bacteria at hyphosphere of litter saprotrophs forming ring-shaped colonies and mycelial mats. The

cellulolytic micromycete inhibition was observed at hyphosphere of all symbiotrophic and some saprotroph species studied. Numbers' increase in cultivable bacteria with trehalose-utilizing ability was detected at symbiotroph's hyphosphere only. Calcium oxalate resistant and calcium oxalate degrading bacteria accumulation was observed for 4 agaricomycete species with different trophic strategies.

**Т. А. Сизоненко**  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*  
*г. Сыктывкар, Россия*  
*e-mail: tvor.83@mail.ru*

### СТРУКТУРА И ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКТОМИКОРИЗ У ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ НА СЕВЕРЕ

Важнейшую роль в функционировании лесных фитоценозов бореальной зоны играют эктомикоризы, представляющие собой симбиоз хвойных растений с грибами. Жизненная активность эктомикориз определяется состоянием и типом грибных чехлов, структура которых видоспецифична и подвергается возрастным изменениям [3]. Одним из методов определения жизненной активности корней является метод окрашивания флуоресцеином диацетата, основанный на распознавании «живых» и «мертвых» клеток по неспецифическим эстеразам, присутствующим только в живых клетках

[2]. Показано, что флуоресцентная активность микоризных чехлов обусловлена не только состоянием корня растения, но и видовым составом грибных симбионтов [3].

Целью нашей работы было изучение флуоресцентной активности эктомикориз сосны обыкновенной и ели сибирской, произрастающих в черничных типах хвойных фитоценозов на Севере.

Для флуоресцентного анализа нами использовано окрашивание поперечных срезов живых эктомикориз диацетатом флуоресцеина. Физиологическую активность эктомикориз



определяли по интенсивности окрашивания клеток грибного чехла, сети Гартига, проводящего цилиндра и коровой паренхимы. Ярко-зеленый цвет имели активно функционирующие клетки, зеленый – средне активные, желто-зеленый – слабо активные, коричневый цвет свидетельствовал об их старении и отмирании [3]. При описании типа грибного чехла, его структуры и плотности микориз использовали классификацию И. А. Селиванова [1].

У сосны обыкновенной в исследованных сообществах нами обнаружено 9 подтипов грибных чехлов эумицетных хальмофаговых эктомикориз: А, В, Е – плектенхиматические, F, G – псевдопаренхиматические, N, O, Q – двойные, RS – бесструктурные, которые различались по степени флуоресценции. У ели сибирской обнаружено 7 подтипов грибных чехлов: А, В, С, Е – плектенхиматические, F, G – псевдопаренхиматические, RS – бесструктурные. Встречаемость грибных чехлов эктомикориз характеризовалась сезонной динамикой и наибольшей долей псевдопаренхиматических чехлов подтипа F.

Наибольшее количество эктомикориз с чехлами ярко-зеленого и зеленого цветов у сосны было зафиксировано в июле, когда толщина грибного чехла достигала максимальных значений. Встречаемость эктомикориз с чехлами желто-зеленого цвета была максимальной в июне (80 %). Число неактивных микориз с чехлами коричневого цвета увеличивалось к концу сезона. У ели наибольшее количество физиологически активных микориз с чехлами ярко-зеленого и зеленого цветов было зафиксировано в мае и августе. Встречаемость чехлов желто-зеленого цвета была максимальной в июле (90 %).

В микоризе с плектенхиматическими чехлами подтипа А клетки корня и гриба сохраняют высокую физиологическую активность в течение всего вегетационного периода. Грибные чехлы В-, Е-, F-, G- и N-подтипов были менее активны, однако проводящий цилиндр и коровая паренхима в этих корневых окончаниях характеризовались высокой флуоресценцией. В микоризах O-, Q- и RS-подтипов активно функционировали проводящие ткани, однако чехлы и клетки коровой паренхимы окрашивались слабо, поэтому мы отнесли их к неактивным микоризам.

Наибольшей толщиной характеризовались чехлы с желто-зеленым флуоресцентным окрашиванием, которые были представлены в основном подтипом F. При формировании хорошо развитых чехлов снижалась доля таниновых клеток в коровой паренхиме. Обнаружена зависимость интенсивности флуоресцентного окрашивания грибного и растительного компонентов, а также сети Гартига и грибного чехла.

Таким образом, микоризы ели и сосны с различными подтипами чехлов отличались между собой по интенсивности флуоресцентной окраски. Все структурные элементы эктомикоризы с плектенхиматическими чехлами подтипа А характеризовались высокой функциональной активностью. Для микориз с чехлами В-, Е-, F-, G- и N-подтипов была свойственна средняя жизненная активность. Эктомикоризы с чехлами O-, Q- и RS-подтипов характеризовались низкой флуоресценцией. В сезонной динамике более интенсивная флуоресценция в микоризах отмечена в период их активного роста. Количество микориз с низкой активностью слабо менялось в течение сезона.

### Список литературы

1. Селиванов И. А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М.: Наука, 1981. 232 с.
2. Lundgren B. Fluorescein diacetate as a stain of metabolically active bacteria in soil // Oikos. 1981. V. 36. P. 17–22.
3. Qian X. M., Kottke I., Oberwinkler F. Influence of liming and acidification on the activity of the mycorrhizal communities in a *Picea abies* (L.) Karst. stand // Plant Soil. 1998. V. 199. P. 99–109.

## STRUCTURE AND FLUORESCENCE ACTIVITY OF CONIFEROUS ECTOMYCORRHIZAE IN THE NORTH

**Summary.** Ectomycorrhizae play important role in functioning of forest ecosystems where they are also one of the major carbon sinks. Physiological activity of vital cells in ectomycorrhizae was studied by using fluorescein diacetate (FDA) and fluorescence microscopy. Fluorescence activity of ectomycorrhizal mantels depends on physiological state of trees and species composition of fungi. Ectomycorrhizal root tips of Siberian spruce (*Picea obovata*) and Scotch pine (*Pinus sylvestris*) were sampled in different boreal forest sites in European part of Russia (the Komi Republic) during one growing season. Tissue fluorescence activity was estimated for nine ectomycorrhizal types of Scotch pine and for seven ectomycorrhizal types of Siberian spruce. Certain differences occurred among

ectomycorrhizal types in FDA-hydrolysing activity of the different tissue layers of mycorrhizae: cortex, hyphal mantel, Hartig net and stele. All main tissues of coniferous ectomycorrhizae with plectenchymatous mantels of type A were characterized by higher fluorescence activity. Fluorescence intensity of fungal mantels in ectomycorrhizae of types B-, E-, F-, G- and N was lower, but their stele indicated intermediate activity. Low activity of all tissues except for stele was registered in ectomycorrhizae of O-, Q- and RS-types, so these types were classified as inactive ectomycorrhizae. Highest fluorescence of ectomycorrhizae was recorded in period of their maximum growth in seasonal dynamics. Insignificant quantity of ectomycorrhizae with low activity was found during all the observation season.

И. А. Сморкалов, Е. Л. Воробейчик

Институт экологии растений и животных УрО РАН

г. Екатеринбург, Россия

e-mail: ivan.a.smorkalov@gmail.com

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ДЫХАНИЯ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ В ГРАДИЕНТАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ\*

Почвенное дыхание – важнейший компонент цикла углерода наземных экосистем, определяемый метаболической активностью почвенной микрофлоры, корневых систем растений и почвенной фауны. При измерении *in situ* этот показатель интегрально характеризует интенсивность продукционных и деструкционных процессов [7]. В лесных экосистемах основной вклад (60–70 %) в микробиальное дыхание вносят почвенные грибы [1].

Выбросы медеплавильных заводов – один из наиболее сильных видов промышленного загрязнения: содержащиеся в них тяжелые металлы губительны и для микрофлоры, и для растений. Поэтому актуален вопрос о закономерностях изменения почвенного дыхания в

градиентах загрязнения выбросами этих предприятий.

В почвенной микробиологии дыхание чаще всего оценивают в лабораторных условиях в образцах почвы, из которой удалены корни; большинство работ, связанных с изучением влияния загрязнения, базируется на таких *ex situ*-оценках, которые характеризуют только микробиальную активность минеральных горизонтов. В немногочисленных исследованиях влияния загрязнения на *in situ*-интенсивность потока CO<sub>2</sub> обнаружено как его снижение, так и отсутствие изменений [6, 8]. В 2010 г. мы не обнаружили снижения (за исключением участка техногенной пустоши) интенсивности общей эмиссии CO<sub>2</sub> из почвы в градиентах загрязне-

ния выбросами двух медеплавильных заводов на Среднем и Южном Урале, хотя концентрации металлов были повышены на несколько порядков величины [4].

Учитывая комплексную природу почвенного дыхания и противоречивость результатов, очевидна необходимость его разделения на компоненты как по агентам (дыхание корней и микроорганизмов), так и по локализации (дыхание подстилки и минеральных горизонтов). Нам известна единственная работа, в которой для природных экосистем, подверженных сильному промышленному загрязнению, почвенное дыхание разделили на дыхание подстилки и минеральных горизонтов [2]. Поэтому мы провели специальное исследование, целью которого был анализ закономерностей изменения дыхания лесной подстилки (и – косвенно – основных ее минерализаторов – почвенных микромицетов) в градиентах промышленного загрязнения.

Работы проведены возле двух крупных предприятий цветной металлургии – Среднеуральского (СУМЗ; елово-пихтовые леса) и Карабашского (КМЗ; березовые леса) медеплавильных заводов. Для каждого градиента выбрали по 10 участков (на удалении от 1 до 32 км от завода): в районе СУМЗа они располагались в одном направлении (к западу от завода), КМЗ – в двух (к северу и югу). На каждом участке было заложено по 3 пробные площади. Почвенное дыхание и дыхание подстилки измеряли в вегетационные сезоны 2011–2013 гг. (в 10 точках на площадь). Всего выполнено 4200 измерений на 60 площадях.

Интенсивность общей эмиссии измеряли закрытым динамическим камерным методом (SR1LP (Qubit Systems, Канада), 8100A (Li-Cor biosciences, USA)). Дыхание подстилки определяли по оригинальной методике [3]. Количество корней оценивали ручной выборкой из проб почвы и подстилки, отобранных в 2011 г. (всего около 1000 проб). Для статистической обработки использовали параметрический корреляционный, нелинейный регрессионный и трехфакторный ковариационный анализ. Во всех случаях учетной единицей считали пробную площадь.

Полученные нами абсолютные величины общей эмиссии (в среднем на пробную пло-

щадь за 3 года) в районе СУМЗа составили (в  $\text{мг CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ час}^{-1}$ ) 653–1218 на фоновой территории, 613–1118 – на буферной, 460–729 – на импактной; в районе КМЗ – 723–1351, 669–1349, 455–685 и 20–41 на фоновой, буферной, импактной территориях и техногенной пустоши соответственно. Эти значения (исключая, дыхание на пустоши, которая по показателям эмиссии сопоставима с полярными и аридными пустынями) близки к значениям, которые обычно регистрируют для лесов умеренных широт.

Ковариационный анализ показал, что интенсивность общей эмиссии  $\text{CO}_2$ , так же как и эмиссии из минеральной части профиля, значимо уменьшалась с увеличением загрязнения, хотя разница между крайними частями градиента загрязнения (т. е. фоновой и импактной территориями) была небольшой (всего 1,5–1,8 раза). Лишь на участке техногенной пустоши эмиссия была в 35 раз меньше фонового уровня.

В районе СУМЗа диапазон эмиссии из подстилки составлял (в  $\text{мг CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ час}^{-1}$ ) 183–526, 208–655, 173–508; КМЗ – 100–348, 152–322, 87–212 для фоновой, буферной и импактной территории соответственно. В противоположность общей эмиссии, данный параметр практически не менялся в градиенте загрязнения. В хвойных лесах эмиссия  $\text{CO}_2$  из подстилки составляла 30–60 % от общей эмиссии и была в среднем в 1,8 раз выше, чем в лиственных, где она составляла 17–32 % от общей эмиссии.

Закономерен вопрос о причинах стабильности эмиссии  $\text{CO}_2$  из подстилки в градиентах загрязнения. Если учесть, что при приближении к источникам выбросов происходит 3–4-кратное увеличение запаса подстилки, то стабильность ее дыхания может объясняться снижением удельной дыхательной активности, т. е. дыхания единицы массы субстрата. Действительно, удельная дыхательная активность подстилки очень тесно связана с уровнем загрязнения (коэффициент линейной корреляции равен 0,60–0,73,  $p < 0,001$ ), а разница для этого параметра между импактной и фоновой территориями была существенно больше (3,5–15 раз) разницы для общей эмиссии. Соответственно поток  $\text{CO}_2$  из тонкой подстилки на фоновой территории равен потоку из мощ-

ного слоя плохо разложившихся растительных остатков на импактной.

Если принять во внимание, что запас корней в подстилке значительно меньше вклада подстилки в общую эмиссию CO<sub>2</sub> (в хвойном лесу корней в подстилке было всего 7–10 % от их общего запаса, в лиственном – еще меньше (2–5 %)), то можно уверенно говорить, что основной источник потока CO<sub>2</sub> из данного горизонта – это метаболизм микроорганизмов, минерализующих растительные остатки (в основном грибов). Тогда столь выраженное снижение удельной активности может быть объяснено негативной реакцией микрофлоры на повышенное содержание тяжелых металлов, что хорошо согласуется с неоднократно продемонстрированными в лабораторных экспериментах негативными эффектами металлов.

Данные о запасе корней интересны и сами по себе. Так, запас корней в минеральных горизонтах (в слое 0–20 см) снижался с увеличением загрязнения только в одном районе (КМЗ), но даже в этом случае разница между импактной и фоновой территориями была невелика (всего 1,6 раза); запас корней в подстилке практически не менялся в обоих градиентах. Этот результат достаточно неожиданен, поскольку ингибирующее действие тяжелых металлов на рост корней считается общеизвестным. Однако это мнение базируется на материалах одновидовых лабораторных экспериментов и не подкреплено натурными наблюдениями в многовидовых сообществах; скорее всего, отсутствие

выраженного снижения запаса корней при приближении к источнику выбросов связано с компенсаторными реакциями в фитоценозе – увеличением густоты подроста и разрастанием толерантных к загрязнению видов травяно-кустарничкового яруса (в первую очередь злаков) в ответ на изреживание древостоя. Косвенно в пользу этого объяснения свидетельствует то, что такие процессы документированы в обоих районах исследования для наземной биомассы, причем они более выражены именно вблизи СУМЗа, но не КМЗ, что как раз соответствует разнице трендов изменения запаса корней [5].

Таким образом, причина относительной стабильности дыхания лесной подстилки в градиентах загрязнения становится понятной из сопоставления трендов изменения ее удельной дыхательной активности и запаса: имеет место взаимодействие двух разнонаправленных процессов – с одной стороны, под действием загрязнения происходит уменьшение обилия и/или активности микроорганизмов, минерализующих подстилку (что проявляется в уменьшении удельной дыхательной активности), а с другой – увеличение ее запаса (из-за торможения деструкционных процессов). Косвенно в пользу именно такой интерпретации свидетельствует небольшое содержание корней в подстилке, позволяющее считать эмиссию CO<sub>2</sub> из нее почти исключительно связанной с микробным дыханием.

### Список литературы

1. Ананьева Н. Д., Полянская Л. М., Стольников Е. В., Звягинцев Д. Г. Соотношение биомассы грибов и бактерий в профиле лесных почв // Изв. РАН. Сер. Биологическая. 2010. № 3. С. 308–317.
2. Кадулин М. С., Копчик Г. Н. Эмиссия CO<sub>2</sub> почвами в зоне влияния горно-металлургического комбината «Североникель» в Кольской Субарктике // Почвоведение. 2013. № 11. С. 1387–1396.
3. Сморкалов И. А. Определение интенсивности дыхания подстилки in situ: новые вопросы // Экология: теория и практика : материалы Всерос. конф. молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во «Гошицкий», 2013. С. 101–102.
4. Сморкалов И. А., Воробейчик Е. Л. Почвенное дыхание лесных экосистем в градиентах загрязнения среды выбросами медеплавильных заводов // Экология. 2011. № 6. С. 429–435.
5. Усольцев В. А., Воробейчик Е. Л., Бергман И. Е. Биологическая продуктивность лесов Урала в условиях техногенного загрязнения: исследование системы связей и закономерностей. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2012. 365 с.
6. Kozlov M. V., Zvereva E. L., Zverev V. E. Impacts of point polluters on terrestrial biota: Comparative analysis of 18 contaminated areas. Dordrecht: Springer, 2009. 466 p.
7. Luo Y., Zhou X. Soil respiration and the environment. Burlington: Acad. Press, 2006. 316 p.
8. Ramsey P. W., Rillig M. C., Feris K. P. et al. Relationship between communities and processes: new insights from a field study of a contaminated ecosystem // Ecology Letters. 2005. Vol. 8, № 11. P. 1201–1210.

## PATTERNS OF CHANGES OF FOREST LITTER RESPIRATION IN GRADIENTS OF INDUSTRIAL POLLUTION

**Summary.** The effect of industrial pollution on the total CO<sub>2</sub> emission from the soil surface and the forest litter (measured *in situ*) in the areas of impact of Middle Ural Copper Smelter (spruce-fir forests) and Karabash Copper Smelter (birch forests) has been studied. Measurements were carried out in the middle of the 2011–2013 growing seasons at 60 plots. Contamination has little influence on the overall CO<sub>2</sub> emissions (the difference between the background and impact areas is 1.5–1.8 times, a significant decrease was observed only at the industrial barren) and has almost no effect on the emission from the forest litter. At the same time, the specific respiratory activity of the litter (respiration of a unit mass of substrate) is closely

related to the level of pollution, and the difference between the impact and background areas is substantially greater (3.5–15 times). Comparison of the litter contribution to the total emission of CO<sub>2</sub> (30–60 % in coniferous forests, and 17–32 % in hardwood) and the root reserve (7–10 % and 2–5 %, respectively) allows to interpret respiration of litter as being mainly microbial. Stability of carbon dioxide fluxes from the forest litter in a gradient of pollution is due to the interaction of two counter-vailing processes: reduction of specific respiratory activity of forest litter (due to the inhibition of microorganisms inhabiting it) and the increase of its reserve.

И. В. Ставишенко

Институт экологии растений и животных УрО РАН  
г. Екатеринбург, Россия  
e-mail: stavishenko@bk.ru

## АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ УРАЛА И ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ\*

К настоящему времени таксономическое разнообразие биоты ксилотрофных грибов, являющихся неотъемлемым компонентом лесных экосистем, все еще остается недостаточно изученным во многих регионах России, в том числе и на охраняемых природных территориях, осуществляющих стратегические функции сохранения и поддержания биоразнообразия.

К началу XXI века ксилотрофные грибы развивающейся сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) бореальной зоны Урала и Западной Сибири оставались слабо изученными или совсем не исследованными [1–3]. С целью изучения видового разнообразия и современного состояния комплексов ксилотрофных грибов естественных таежных экосистем Урала и Западно-Сибирской равнины в

период с 1991 по 2014 гг. на ООПТ и в районах различного антропогенного воздействия были проведены микологические исследования, охватившие Свердловскую область, приграничную территорию Пермского края и Ханты-Мансийский Автономный округ.

В целом по материалам собственных исследований, а также после ревизии собранной коллекции, насчитывающей около 7000 образцов, на всех изучаемых территориях выявлено 569 видов и 1 разновидность афиллофороидных ксилотрофных грибов, относящихся к 17 порядкам, 59 семействам, 219 родам. Полученные данные существенно дополняют сведения о видовом разнообразии региональных микобиот. 61 вид грибов указан по литературным данным [1, 4–10].

© Ставишенко И. В., 2015

В бореальной зоне Западно-Сибирской равнины (на территории ХМАО) найдено 426 видов и 1 разновидность из 179 родов, 45 семейств и 15 порядков. Наибольшим видовым богатством отличается порядок Polyporales (193 вида), значительное число видов содержат порядки Hymenochaetales (69 видов) и Russulales (38 видов). Средняя видовая насыщенность семейства составляет 9,5. В ведущих семействах, превышающих представленную среднюю видовую насыщенность: Polyporaceae (57), Fomitopsidaceae (48), Meruliaceae (47), Hymenochaetaceae (37), Phanerochaetaceae (26), Schizoporaceae (24), Stereaceae (13), Atheliaceae (13), Amylocorticiaceae (10), Hydnodontaceae (10), Thelephoraceae (10) содержится более 70 % всех выявленных в данном регионе видов.

Коэффициент средней видовой насыщенности рода составляет 2,37. К числу наиболее крупных родов, содержащих не менее 10 видов, относятся *Postia* (18), *Hyphodontia* (16), *Phellinus* (14), *Phlebia* (12), *Skeletocutis* (12), *Antrodia* (10). Эти крупные рода охватывают более 19 % от общего числа выявленных видов.

В таежных лесах Урала обнаружен 481 вид из 205 родов, входящих в 54 семейства и 15 порядков. Наибольшее видовое богатство выявлено также в порядке Polyporales (193 вида), высокой видовой насыщенностью отличаются порядки Hymenochaetales (79 видов) и Russulales (46 видов). Средняя видовая насыщенность семейства составляет 8,9. Ведущие по количеству видов семейства: Fomitopsidaceae (55), Polyporaceae (51), Meruliaceae (48), Hymenochaetaceae (38), Phanerochaetaceae (25), Thelephoraceae (24), Schizoporaceae (22), Atheliaceae (20), Amylocorticiaceae (13), Peniophoraceae (12), Stereaceae (11) 69 % всех выявленных видов.

Коэффициент средней видовой насыщенности рода составляет 2,34. Наиболее крупные рода, содержащие не менее 10 видов – *Postia* (19), *Hyphodontia* (15), *Tomentella* (15), *Antrodia* (13), *Phellinus* (13), *Peniophora* (10), *Phlebia* (10) – объединяют 19,7 % выявленного видового состава.

При некотором различии таксономических спектров бореальные сообщества афиллофороидных грибов естественных таежных лесов

Таблица 1

Число афиллофороидных видов в районах исследований

Регион	Район исследований	Число видов
ХМАО	Государственный природный заповедник «Малая Сосьва»	254
	Природный парк «Кондинские озера»	183
	Природный парк «Самаровский чугас»	296
	Государственный природный заповедник «Юганский»	133
	Окрестности научного стационара Югорского государственного университета «Мухрино»	78
	Природный парк «Сибирские Увалы» (восточная часть)	141
	Окрестности г. Покачи (Покачевское нефтяное месторождение)	40
	Окрестности г. Пыть-Ях (Тепловское нефтяное месторождение)	82
Пермский край	Государственный природный заповедник «Вишерский» (южная часть)	81
Пермский край, Свердловская область	Склоны хребтов Кваркуш, Еловая Грива, г. Ольвинский Камень, долина р. Улс (район падения отделяющихся частей ракет-носителей)	65
Свердловская область	Государственный природный заповедник «Денежкин Камень»	263
	Висимский государственный природный биосферный заповедник	304
	Природный парк «Оленьи ручьи»	182
	Природный парк «Река Чусовая»	236
	Природный парк «Бажовские места»	94
	Природно-минералогический заказник «Режевской»	118
	Окрестности г. Реж вблизи Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ)	108
	Окрестности г. Полевской вблизи Полевского криолитового завода (ПКЗ)	63
	Окрестности г. Кировград вблизи Кировградского медеплавильного комбината (КМК)	63

Урала и Западно-Сибирской равнины демонстрируют высокое видовое сходство:  $K_{Jaccard} = 0,59 / K_{Cz} = 0,74$ .

Определение видового состава каждого района исследований (данные табл. 1), позволило установить наиболее изученные территориальные комплексы афиллофороидных грибов (заповедники Висимский, «Денежкин Камень», «Малая Сосьва», природные парки

«Самаровский чугас», «Река Чусовая», «Кондинские озера», «Оленьи ручьи»).

Недостаточно высокая меж- и внутрирегиональная видовая общность наиболее изученных микокомплексов ( $K_{Jaccard} = 0,51 \div 0,33$ ), по-видимому, обусловлена неоднородностью распределения видов в территориальных единицах различной флористически – ландшафтной организации.

### Список литературы

1. Степанова Н. Т. Эколого-географическая характеристика афиллофоровых грибов Урала : дисс. ... д-ра биол. наук. Свердловск, 1971. 721 с.
2. Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. 232 с.
3. Ставищенко И. В., Мухин В. А. Ксилотрофные макромицеты Юганского заповедника. Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2002. 175 с.
4. Мухин В. А., Ушакова Н. В. Ксилотрофные базидиомицеты, развивающиеся на древесине ольхи серой в Висимском заповеднике // Исследования эталонных природных комплексов Урала. Екатеринбург, 2001. С. 165–169.
5. Ширяев А. Г. Клавариоидные базидиомицеты (Clavariaceae s. l.) Заповедно-природного парка «Сибирские Увалы» // Экологические исследования восточной части Сибирских Увалов. Нижневартовск: Изд-во «Приобье», 2002. Вып. 1. С. 69–79.
6. Звягина Е. А., Байкалова А. С., Горбунова И. А. Макромицеты заповедника «Юганский» // Микология и фитопатология. 2007. Т. 41. Вып. 1. С. 29–39.
7. Ширяев А. Г., Ставищенко И. В. Новые данные об афиллофороидных грибах Висимского заповедника // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42. Вып. 2. С. 152–166.
8. Kotiranta H., Ushakova N. V., Mukhin V. A. Polypore (Aphyllphorales, Basidiomycetes) studies in Russia. 2. Central Urals // Annales Botanici Fennici. Vol. 44. P. 103–127.
9. Shiryayev A. G., Kotiranta H., Mukhin V. A., Stavishenko I. V., Ushakova N. V. Aphyllphoroid fungi of Sverdlovsk region, Russia: Biodiversity, Distribution, Ecology and IUCN Threat categories. Ekaterinburg: Goshchitskiy Publisher, 2010. 304 p.
10. Арефьев С. П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. Новосибирск: Наука, 2010. 260 с.

I. V. Stavishenko

Institute of plant and animal ecology UrB RAS, Ekaterinburg  
e-mail: stavishenko@bk.ru

### APHYLLOPHOROID FUNGI IN BOREAL AREAS ON THE URALS AND THE WESTERN SIBERIAN PLAIN

**Summary.** New data about the taxonomic diversity of communities' aphyllphoroid xylo-trophic fungi were obtained as a result of the research in the boreal areas on the territories of nature reserves and in areas under influence of different anthropomorphic impact on the Urals and the West-Siberian plain. In general, on all areas of researches were identified 569 species and 1 variety aphyllphoroid xylo-trophic fungi belonging to 17 orders, 59 families, 219 genera. In the boreal zone on the West-Siberian Plain (in the territory of Khanty) found

426 species and one variety from 179 genera, 45 families and 15 orders. In the taiga on the Urals (Sverdlovsk region, cross-border Perm Territory) found 481 species from 205 genera belonging to 54 families and 15 orders.

## ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ГРИБОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСНОГО АГРОЦЕНОЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ

Искусственное лесовосстановление является важной частью лесоводственных мероприятий, связанных с реабилитацией нарушенных лесов. Залогом успеха такой деятельности является качественный посадочный материал хвойных пород, получаемый в лесных питомниках. В то же время отмечается снижение качества сеянцев сосны обыкновенной, что связано с тератогенезом (наличием нарушений морфологии) сеянцев [1], вызванного применением пестицидов при проведении агротехнических мероприятий в лесных питомниках. Самоочищение почвы лесного питомника быстрыми темпами не происходит. Необходимо проведение специальных биоремедиационных мероприятий, ускоряющих процессы разложения остаточных количеств пестицидов. Известно, что от 10 до 90 % вносимых в почву пестицидов исчезает за счет деятельности микроорганизмов [2]. Таким образом, микробиологический способ очистки почвы от пестицидов является наиболее предпочтительным. В разложении пестицидов большую роль играют грибы-сапрофиты, способные трансформировать сложные пестициды. Конечно, эффективность разложения химических препаратов повышается в микробиологическом комплексе, состоящем из грибов, бактерий, актиномицетов. Но грибы – активная часть этого комплекса, имеющая широкую специализацию. Использование естественного комплекса микроорганизмов, которым обладает лесная подстилка, для активации процессов очищения почвы от отрицательной химической нагрузки имеет свои преимущества. К ним относятся простота внесения субстрата в загрязненную почву, наличие естественных сложившихся трофических связей внутри микробного сообщества, высокая концентрация активных микроорганизмов.

Интерес к эффективной адаптации грибного комплекса лесной подстилки в условиях

агроценоза также связан с тем, что хвойные растения являются микоризными видами. Несомненно, условия роста сеянцев в питомниках, где многолетние обработки пестицидами и удобрениями снижают специализированный грибной фон, будут улучшены при внесении и успешной адаптации грибов, способных образовывать микоризу.

При проведении эксперимента изучали состояние грибного комплекса из трех видов лесной подстилки, отобранной из насаждений: березового, соснового и смешанного по породному составу (сосна, береза). Цель исследования состояла в том, чтобы установить: 1) характер изменения численности грибов при внесении лесной подстилки в почву лесного агроценоза; 2) вид лесной подстилки, грибы которой способны успешнее всего адаптироваться в почве питомника.

Исследование численности грибов проводилось в условиях мелкоделяночных опытов, заложенных в лесном питомнике Березовского лесничества в разные годы. Эксперименты проводились на фоне пестицидного загрязнения. В целом были заложены три опыта одинакового содержания, но в разные годы: опыт 1 – с 2006 по 2007 гг.; опыт 2 – с 2009 по 2010 г.; опыт 3 – с 2013 по 2014 гг. Каждый опыт состоял из четырех вариантов, представленных в виде опытных площадок размером 1 м<sup>2</sup>. Весной перед посевом сосны в почву трех опытных площадок на глубину 10–15 см вкапывалась лесная подстилка из березового, соснового и смешанного (сосна, береза) насаждений в дозе 20 кг/м<sup>2</sup>. Контролем служила площадка без добавления лесной подстилки. Сеянцы выращивались два года, за ними осуществлялись необходимые агротехнические уходы. Затем сеянцы сортировались на группы – нормальный и тератоморфный фенотипы.



Отбор образцов почвы для определения численности грибов производили дважды в год – в начале (июнь) и в конце (август – начало сентября) вегетационного периода. До того как лесная подстилка была внесена в почву, из каждого ее вида был отобран образец для учета исходного количества грибов. Для определения количества грибов в контрольном варианте был также отобран почвенный образец прямо в питомнике в те же сроки, что и в вариантах с лесной подстилкой. Учет количества грибов проводили при определении общего количества микроорганизмов – грибов, бактерий и актиномицетов – методом высева почвенного мелкозема на агаризированную воду и прямого подсчета под микроскопом (метод Д. М. Новогрудского) [3].

Несмотря на повторение одинакового содержания вариантов опытов, в трех экспериментах, проведенных в разные годы, количество грибов не было постоянным. На активность грибов могли повлиять погодные условия, а также наличие источников питания. При проведении мероприятий по биоремедиации загрязненной почвы питомника одним из источников питания для микробов могут быть сложные органические вещества, какими являются пестициды. Это подтверждается результатами эксперимента: выход сеянцев нормального фенотипа значительно увеличивался (до 40–64 % – в варианте с лесной подстилкой против 2–24 % – в контроле) при внесении лесных микроор-

ганизмов в двух из трех опытов. В целом отмечают колебания численности грибов: их доля в условиях лесного питомника изменялась от 9 до 31 %. Показано, что собственно количество грибов не влияет на увеличение доли сеянцев сосны нормального фенотипа, поскольку разложение сложной органики искусственного происхождения – это комплексный процесс, состоящий из нескольких стадий кооперативной деятельности всего микробсообщества.

Для оценки потенциальной способности к успешной адаптации грибного комплекса разных видов лесной подстилки в условиях лесного питомника проследили, как изменяется численность грибов при пребывании их в пахотной почве в течение двух лет относительно исходного количества в подстилке перед ее внесением. Нестабильное содержание грибов отмечается в контроле и в варианте с лесной подстилкой из соснового насаждения. В последнем варианте число грибов относительно исходного их количества к концу экспериментов или не увеличивается, или падает. Наиболее стабильно в этом плане показал себя вариант с внесением лесной подстилки из березового насаждения – накопление грибных микроорганизмов неизменно происходило в трех поставленных экспериментах. В случае с применением лесной подстилки из смешанного насаждения грибы успешно адаптировались в двух из трех опытов, что дает возможность также рекомендовать ее для использования в лесном питомнике.

#### Список литературы

1. Фрейберг И. А., Ермакова М. В., Стеценко С. К. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 74 с.
2. Ананьева Н. Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2003. 223 с.
3. Разумовская З. Г., Чижик Г. Я., Громов Б. В. Лабораторные занятия по почвенной микробиологии. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1960. 184 с.

S. K. Stetsenko

Botanical Garden UrB RAS, Ekaterinburg  
e-mail: stets\_s@mail.ru

#### CHANGING OF THE NUMBER FUNGI IN THE SOIL OF THE FOREST NURSERY AT THE BIOREMEDIATION USING OF FOREST LITTER

**Summary.** The study of the processes of adaptation of fungi belonging to the microbocenosis of forest litter is important in terms of improving

the enabling environment for coniferous species seedlings in forest nurseries. On the one hand, the fungi are involved in the cooperative action of mi-

crobiocenosis during decomposition of pesticides and their residual amounts accumulated from agricultural activities. On the other hand – the successful adaptation of fungi in the rhizosphere will create favorable conditions for the growth of seed-

lings. The study of changes in the number of fungi in three field experiments have shown that the ability to more successfully to adapt in the soil of the forest nursery fungi complexes of forest litter taken from birch and mixed stands.

Г. Н. Табаленкова, Т. К. Головки

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН  
г. Сыктывкар, Россия  
e-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

## ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И АМИНОКИСЛОТЫ В ТАЛЛОМАХ ЛИШАЙНИКОВ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ\*

Лишайники являются неотъемлемым компонентом многих экосистем и растительных сообществ. Для таежной зоны Республики Коми известно 866 видов лишайников [5, 6]. Наиболее разнообразно представлены виды семейства Lecanoraceae (12,5 % от всего видового состава), крупными являются семейства Parmeliaceae (9,2 %) и Cladoniaceae (6,9 % видов). Бореальный характер лишайнобиоты проявляется и в спектре ведущих по численности родов. Высокое положение в нем занимают для таежных лесов роды (*Cladonia*, *Lecanora*, *Caloplaca*, *Peltigera*, *Micarea*, *Lecidea*).

Лишайники – это устойчивая, саморегулирующаяся ассоциация гриба и водорослей, между которыми осуществляется постоянный обмен веществами [2]. Фотобионт (зеленая водоросль и/или цианобактерии) снабжает гриб органическим углеродом и азотом, микобионт обеспечивает водоросль водой и некоторыми минеральными элементами. Для лишайников в целом и для каждого из их компонентов в отдельности характерен особый тип метаболизма, во многом отличающийся от свободноживущих грибов и водорослей [4]. Поэтому важно расширить представления о разнообразии лишайников, дополнив сведениями об их биохимическом составе и особенностях обмена веществ.

В настоящей работе представлены данные о содержании биологически важных элементов и аминокислот в талломах 18 видов лишайников, в том числе представители рода *Peltigera* – 10 видов, *Cladonia* – 2 вида и *Cetraria* – 2 вида.

Образцы талломов отбирали в летний период в Сыктывдинском, Княжпогостском и Троицко-Печорском районах Республики Коми, высушивали и измельчали. Азот и углерод определяли с помощью элементного CHNS-O анализатора (EA-1110 Италия), микро- и макроэлементы – после минерализации проб с применением метода оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе «SPECTRO CIROS-CCD», белковые аминокислоты – на анализаторе (AAA T-339) после гидролиза навески в 6н HCl при 105 °C в течение 24 ч. Свободные аминокислоты определяли в лиофильно высушенном материале на анализаторе AAA-400 (Чехия) после извлечения их 70 % этанолом. Определения проводили по сертифицированным методикам в аккредитованной экоаналитической лаборатории Института биологии в двух аналитических и трех биологических повторностях.

Талломы лишайников характеризовались довольно стабильным содержанием углерода, концентрация C в сухой биомассе всех видов находилась в пределах 350–420 мг/г. Содержание макроэлементов Ca, Mg, K, P, N варьировало довольно значительно (коэффициент C<sub>v</sub> составлял 50–80 %). Наибольшие различия между видами отмечены в накоплении кальция и магния. Максимальные концентрации Ca (8,6 мг/г сухой массы) были выявлены в талломах *Parmelia sulcata*, Mg (3,4 мг/г сухой массы) – у *Peltigera rufescens*.

В талломах всех видов лишайников были обнаружены Fe, Al, Mn, Na, Zn, B, Cu, Cd. Од-

нако содержание этих микроэлементов сильно варьировало даже у представителей одного рода. Например, талломы *Peltigera rufescens* накапливали Fe, Al, Cu и В в значительных количествах, 7000, 10200, 16 и 10 мг/кг сухой массы соответственно. В то же время содержание данных элементов в талломах *P. scabrosa* и *P. neopolydactyla* было существенно (в 10–100 раз) ниже. Известно, что лишайники поглощают воду и растворенные в ней минеральные соли всей поверхностью таллома. В литературе сведения о содержании минеральных элементов в лишайниках довольно противоречивы [1, 3, 7]. Большое значение придается способности лишайников извлекать и накапливать в слоевище различные химические элементы в зависимости от условий окружающей среды. С этим связано их широкое использование в целях биомониторинга [8]. Наши данные указывают на выраженную видоспецифичность лишайников в отношении накопления макро- и микроэлементов, что следует учитывать при их использовании в качестве индикаторов загрязнения среды.

Аминокислоты выполняют в живых организмах разнообразные функции. Их важность определяется ролью белков в процессах жизнедеятельности. Основная часть азотсодержащих соединений талломов лишайников представлена белками. Содержание белковых аминокислот в сыром протеине составляет 50–80 %. При анализе их состава обнаружено 17 аминокислот, из которых цистин и метионин присутствовали в следовых количествах. Лишайники отличались как по сумме аминокислот, так и по соотношению отдельных групп. Так, сумма белковых аминокислот в талломах лишайников рода *Peltigera* колебалась в пределах от 100 до 200 мг/г сухой массы. При этом, доля дикарбоновых аминокислот (аспарагиновой и глутаминовой) составляла у *P. malacea* 13 %, а у *P. scabrosa* 30 %. В меньшей степени варьировала доля моноаминокарбоновых (27–33 %) и алифатических кислот (15–20 % суммы белковых аминокислот). В целом талломы лишайников рода *Peltigera* в 2–3 раза превосходили по сумме белковых аминокислот талломы *Platismatia glauca* и *Stereocaulon condensatum*. Особенно низким содержанием белковых ами-

нокислот отличались талломы *Cetraria islandica* и *C. nivalis* (10–20 мг/г сухой массы).

К основным исходным веществам, обеспечивающим синтез белков, относятся свободные аминокислоты. Результаты наших исследований показали, что содержание свободных аминокислот в талломах лишайников варьирует от 0,7 до 7 мг/г сухой массы. Наибольшее их количество было обнаружено у *Lobaria pulmonaria*, наименьшее – у *P. leucophlebia*. Среди представителей рода *Peltigera* наибольшим содержанием свободных аминокислот, 4,8 мг/г, характеризовались талломы *P. membranacea*. Всего в талломах было идентифицировано в зависимости от вида от 14 до 20 аминокислот и один амид. Большинство их составляет менее 2 % от суммы свободных аминокислот. В составе свободных аминокислот лишайников доминируют 3–4 соединения, содержание которых превышает 2 %. Причем состав доминирующих аминокислот различался в зависимости от вида лишайника. Так, у *Peltigera canina* и *P. membranacea*, *Parmelia sulcata*, *Platismatia glauca* и *Lobaria pulmonaria* свыше 80 % приходится на долю глутаминовой кислоты и глутамина, а в талломах *Peltigera malacea* и *P. leucophlebia*, *Cetraria islandica* преобладали аланин и аминокислота адипиновая.

В составе свободных аминокислот лишайников идентифицировано 5 непротеиногенных ( $\beta$ -аланин, орнитин, аминокислота адипиновая,  $\alpha$ -аминомасляная и  $\gamma$ -аминомасляная кислоты). Их доля в общем пуле свободных аминокислот составляет от 0,3 у *P. membranacea* до 40 % – у *P. malacea*. Присутствие у всех видов лишайников орнитина свидетельствует о функционировании в талломах орнитинового цикла, участвующего в синтезе протеиногенной аминокислоты аргинина.

Таким образом, нами впервые получены данные о фонде органического углерода, накоплении макро- и микроэлементов, содержании белковых и свободных аминокислот в талломах лишайников среднетаежной зоны европейского Северо-Востока. Показана существенная видовая изменчивость лишайников по исследуемым биохимическим параметрам. Результаты исследования дополняют и углубляют характеристику видового разнообразия лишайников.

Авторы выражают признательность Н. А. Семеновой за помощь в определении видов лишайников. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12-04-00554).

### Список литературы

1. Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М., 2002. 336 с.
2. Вайнштейн Е. А. Регуляторные механизмы лишайникового симбиоза // Успехи современной биологии. 1990. Т. 109. Вып. 2. С. 311–320.
3. Вершинина С. Э., Вершинин К. Е., Кравченко О. Ю., Чебыкин Е. П., Воднева Е. Н. Элементный состав лишайников *P. cetraria* Ach. из различных регионов России // Химия растительного сырья. 2009. № 1. С. 141–146.
4. Войцехович А. А., Михайлюк Т. И., Дариенко Т. М. Фотобионты лишайников. I: разнообразие, экологические особенности, взаимоотношения и пути совместной эволюции с микобионтом // Альгология. 2011. Т. 21. С. 3–26.
5. Пыстина Т. Н. Лишайники таежных лесов европейского Северо-Востока (подзоны южной и средней тайги). Екатеринбург, 2003. 236 с.
6. Пыстина Т. Н., Херманссон Я. Разнообразие лишайников Республики Коми: важнейшие итоги и перспективы дальнейших исследований // Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна. Тольятти, 2013. Т. 1. С. 205–207.
7. Reimann C., Caritat R., Chemical elements in the environment. Berlin-Heidelberg, 1998. 398 p.
8. Shaver G. R. Production: biomass relationships and element cycling in contrasting arctic vegetation types // Ecol. Monogr. 1991. V. 61. P. 1–31.

G. N. Tabalenkova, T. K. Golovko

Institute of Biology Komi SC UB RAS, Syktyvkar  
e-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

### CHEMICAL ELEMENTS AND AMINO ACIDS IN LICHENS OF MIDDLE BOREAL SUBZONE

**Summary.** Data on content of amino acids, organic carbon and mineral elements (Ca, Mg, K, P, N, Fe, Al, Mn, Na, Zn, B, Cu, Cd) in 18 species of lichens are presented. Considerable between-species variability of the examined parameters was shown.

В. Н. Тарасова, А. А. Фенько

Петрозаводский государственный университет  
г. Петрозаводск, Россия  
e-mail: vika18@sampro.ru

### ЭКОЛОГИЯ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА БРИОРИЯ НАДВОРНИКА (*BRYORIA NADVORNIKIANA* (GYELN.) BRODO & D. HAWKSW.) В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)\*

*Bryoria nadvornikiana* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw – эпифитный, кустистый лишайник семейства Parmeliaceae, внесен в Красные книги стран Западной Европы (Финляндия, Швеция), а также в Красные книги некоторых регионов Российской Федерации (Республика Карелия, Республика Татарстан, Ленинградская область, Мурманская область). Имеются данные о том, что вид чувствителен к загрязнению атмосферного воздуха и является индикатором старовозрастных лесов [1–3]. Вместе с тем работы по изучению экологии бриории Надворника с использованием строгих количественных данных в литературе отсутствуют. Петрозаводск

© Тарасова В. Н., Фенько А. А., 2015

\* Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012–2016 гг.

(61°50' с. ш., 34°20' в. д.) – крупный промышленный, транспортный и туристический центр северо-запада России. Территория Петрозаводского городского округа (ПетрГО) вытянута почти на 25 км вдоль Петрозаводской губы Онежского озера, имеет площадь около 113 км; численность населения составляет 266,2 тыс. чел. Территория застройки окружена обширными массивами естественной таежной растительности, среди которой преобладают еловые насаждения.

Для изучения экологии вида использован маршрутный метод и метод пробных площадей. Маршруты разрабатывались на основе космических снимков таким образом, чтобы максимально охватить площадь исследования и различные типы лесных сообществ. В пределах ПетрГО было исследовано 5 маршрутов, общей протяженностью ~ 38 км. Пробные площади 50×50 м закладывались в местах обитания вида в лесах двух формаций: 9 пробных площадей в ельниках с разной степенью антропогенной нагрузки (сильно, средне, относительно малонарушенные); 6 – в осинниках (молодые, средневозрастные и старовозрастные). В месте обитания вида регистрировали характеристики сообщества: тип леса, долю участия ели в древостое, сомкнутость крон деревьев, сумму площадей сечений стволов деревьев; параметры деревьев: породу, возраст, высоту, диаметр ствола; и параметры микроусловий: экспозицию ствола дерева, высоту произрастания над землей (0–200 см). Для каждого образца вида измеряли длину и ширину таллома. Статистическая обработка результатов выполнена на основе регрессионного и однофакторного дисперсионного анализов.

В ходе исследований на территории ПетрГО было обнаружено 555 талломов *Bryoria nadvornikiana*, произрастающих на 195 деревьях. Из них 140 талломов (на 62 деревьях) было описано при помощи маршрутного метода. Остальные 415 талломов встретились на 15 пробных площадях общей площадью 3,75 га: 297 талломов (99 деревьев) на 9 пробных площадях в ельниках и 118 талломов (37 деревьев) – на 6 пробных площадях в осинниках.

Таким образом, плотность популяции *Bryoria nadvornikiana* в растительных сообществах ПетрГО в среднем составляет 3,7 талло-

мов на 1 км маршрута, при этом на 1 га в ельниках в среднем приходится 132 таллома, в осинниках – 78. Вид был обнаружен только на одном типе субстрата – ели европейской, при этом не только на живых деревьях, но и на сухостойных (79 талломов на 27 деревьях). Все образцы лишайника обитали исключительно на ветвях деревьев. Среднее число талломов на дереве составляет 2,8. Длина таллома бриории на территории ПетрГО варьирует от 9 до 175 мм, в среднем составляет 45 мм. Было установлено, что морфометрические показатели (ширина и длина таллома) *Bryoria nadvornikiana* не зависят от изученных общих и частных характеристик местообитания, а наиболее значимой характеристикой оказалось число особей вида.

На территории ПетрГО *Bryoria nadvornikiana* встречается в лесных сообществах четырех формаций: ельниках (черничных влажных, черничных свежих, кустарничковых сфагновых), сосняках (черничных свежих), во вторичных лесах – осинниках и березняках разнотравно-черничных. 46 % изученных талломов произрастают в ельниках черничных влажных, очевидно, в виду большей встречаемости данного типа леса в ПетрГО и наличия субстрата. В березняках, осинниках и сосняках число талломов снижается в связи с уменьшением доли участия ели в составе древостоя и, соответственно, уменьшением субстрата для заселения вида.

Возраст деревьев, на которых обитает *Bryoria nadvornikiana* в пределах ПетрГО, варьирует от 20 до 125 лет. Вид заселяет ель возрастом ~ 20 лет; максимальное число талломов (43 %) обнаружено на молодых деревьях возрастом 40–54 лет, высотой 4–6 м, с диаметром ствола 6–10 см; при дальнейшем увеличении значений таксационных параметров деревьев число талломов снижается. Это связано с тем, что с возрастом дерева высота прикрепления кроны увеличивается, нижние ветви оказываются значительно выше, чем у молодых деревьев, что в итоге приводит к уменьшению количества субстрата, пригодного для заселения вида.

*Bryoria nadvornikiana* была обнаружена на высоте от 16 до 200 см от земли. С увеличением высоты произрастания над землей до ~ 100–120 см число талломов первоначально увеличи-

вается, а после – снижается. Это связано с тем, что наиболее благоприятные условия возникают в зоне нижней части ветвей, находящихся в приземном слое, вероятно, в виду более высокой влажности. Вид произрастает на всех экспозициях по отношению к сторонам света. Наибольшее число талломов было выявлено на северо-востоке.

Для изучения динамики характеристик популяции бриории в ходе сукцессионной серии при восстановлении еловых лесов были составлен следующий ряд сообществ.

1. Молодые осиновые леса. В них бриория не встречается, вероятно, ввиду молодого возраста ели.

2. Средневозрастные осинники с елью, которая выходит из стадии подроста. Число талломов здесь составило 104. В этом возрасте у ели появляются нижние ветви, лишенные хвои и бриория активно их заселяет.

3. Смешанный елово-осиновый лес. Число талломов снижается до 14, ввиду того, что на данной стадии сукцессии еще не формируется разновозрастное поколение ели, а так как высота кроны у более взрослых елей увеличивается, то это приводит к уменьшению числа нижних ветвей – основного субстрата, пригодного для заселения вида.

4. Разновозрастный ельник с единичными старыми осинами. Число талломов вновь увеличивается до 119. Это объясняется тем, что в сообществе в ходе естественной динамики развития леса на некоторых участках появляются световые «окна», благодаря которым подрост ели начинает активно расти, постепенно образуется разновозрастный древостой ели, что ведет к увеличению числа молодых деревьев с невысокой кроной.

Считается, что *Bryoria nadvornikiana* является индикатором лесов высокой природоохранной ценности. Из литературы известно, что этот вид растет почти исключительно в старовозрастных хвойных лесах и является их индикатором [1–3]. Однако бриория была обнаружена как в сильнонарушенных (6 шт.), так в средненарушенных сообществах (143 шт.).

В относительно малонарушенных лесах число талломов составило 148. Полученные данные говорят о том, что бриория Надворника в данных условиях не является строгим индикатором малонарушенных сообществ. Анализ реакции вида на естественные и антропогенные факторы позволяет отнести его к группе чувствительных.

Состояние популяций *Bryoria nadvornikiana* в условиях естественных растительных сообществах города можно охарактеризовать как нормальное. Вид на территории города не является редким. Высокая встречаемость вида может быть вызвана несколькими причинами: более мягким климатом южной Карелии, обусловленным близостью Белого, Баренцева и Балтийского морей, наличием крупного водоема (Онежское озеро), оказывающим существенное влияние на мезоклимат ПетрГО, наличием на территории ПетрГО значительных по площади территорий с естественной растительностью и невысоким уровнем атмосферного загрязнения. Возможно, именно сохранившиеся в пределах ПетрГО участки еловых сообществ с разновозрастным древостоем являются стабильной средой обитания бриории. Благодаря сохранению данных сообществ происходит расселение вида на другие территории, в том числе сильно- и средненарушенные, в которых появляется подходящий субстрат – нижние ветви елей. В ближайшее время, по-видимому, городская среда исчезновению данного вида из изученных сообществ не угрожает. Однако вырубка лесных насаждений, относящихся к средне- и относительно малонарушенным сообществам, в будущем может способствовать сокращению ареала распространения вида на территории города. Для вынесения решения об изъятии вида из Красной книги Карелии необходимо исследования по всей территории республики, так как состояние популяций в разных районах может существенно различаться как ввиду разных условий окружающей среды, так и ввиду разного уровня загрязнения лесных сообществ.

#### Список литературы

1. Boudreault C. Do forests treated by partial cutting provide growth conditions similar to old-growth forests for epiphytic lichens? // Biological Conservation. 2012. P. 458–467.

2. Kuusinen M. *Bryoria nadvornikiana* in Finland // Graphis Scripta. 1991. № 4. P. 78–80.

3. Nitare J. (ed.). Signalarter. Indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer. Skogsstyrelsen förlag, 2000. 384 p.

V. N. Tarasova, A. A. Fenko

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk  
e-mail: vika18@sampo.ru

## ECOLOGY OF THE PROTECTED LICHEN *BRYORIA NADVORNIKIANA* (GYELN.) BRODO & D. HAWKSW. IN FOREST ECOSYSTEMS OF PETROZAVODSK CITY (KARELIA REPUBLIC)

**Summary.** The work on studying of a condition of population of the protected lichen *Bryoria nadvornikiana* in spruce and aspen plant communities of Petrozavodsk was accomplished by a route method and a method of sample plots. Characteristics of plant communities, parameters of trees and microenvironment were recorded in habitats of the species. Length, width and height of attachment above the ground were also recorded for each thallus. Data on 555 thalli growing on 195 trees were analysed. It was established that in the conditions of Petrozavodsk *Bryoria nadvornikiana* is a wide-

spread lichen. Most findings were made in spruce forest with *Vaccinium myrtillus* (46 %). The maximum number of thalli (43 %) was found on young spruce trees of age 40–54 years, 4–6 m high, with a diameter of trunk (at the height of 130 cm) 6–10 cm. The most favorable conditions for this species are formed in a lower part of crown at the height of 90–120 cm from the ground. Condition of populations of *Bryoria nadvornikiana* in natural plant communities of the Petrozavodsk city can be assessed as normal.

Ю. С. Токарев, В. В. Долгих,  
И. В. Сендерский, И. В. Исси

Всероссийский научно-исследовательский институт  
защиты растений  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: jutacro@yahoo.com

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МИКРОСПОРИДИЯХ (OPISTHOSPORIDIA: MICROSPORIDIA) КАК О ТИПЕ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ПРОТИСТОВ\*

Микроспоридии – облигатные внутриклеточные паразиты животных, интерес к которым в последнее время все более возрастает. Это уникальный тип протистов [3], родственных грибам [8]. Вместе с Aphelidea и Cryptomycota, внутриклеточными паразитами различных эукариот (Fungi и Stramenopiles), они образуют монофилетическую группировку, занимающую сестринское положение по отношению к грибам. В настоящее время эти три типа (Aphelidea, Cryptomycota и Microsporidia) выделены в самостоятельный надтип Opisthokonta за пределами царства Fungi [13]. Отсутствие

митохондрий (точнее, их редукция до митосом) длительное время считалось универсальным признаком для микроспоридий, однако недавно был обнаружен новый вид *Mitosporidium darhniae*, обладающий основными признаками, характерными для микроспоридий, и при этом сохранивший функционально и морфологически выраженные митохондрии [12].

Микроспоридии паразитируют в многоклеточных билатеральных животных всех крупных таксонов (ранга класса и выше), включая человека, а также в некоторых протистах (грегаринах, инфузориях), при этом наибольшее число

© Токарев Ю. С., Долгих В. В., Сендерский И. В., Исси И. В., 2015

видов описано в членистоногих. Многие виды микроспоридий, заражающие массово размножающихся насекомых, высоко патогенны и вызывают заболевания, микроспориозы, существенно влияющие на животных-хозяев на клеточном, организменном и популяционном уровнях, что определяет их положительное или отрицательное практическое значение. Большой теоретический интерес к ним обоснован тем, что микроспоридии характеризуются предельно допустимой для эукариот минимизацией клетки и генома и максимальным возложением многих основных функций на клетку хозяина [15, 11], что и представляет основу их патогенного воздействия на хозяина. Способ проникновения паразита в клетку и характер эксплуатации ее обменных процессов уникальны для внутриклеточных паразитов [2, 9], а проявления патогенных свойств микроспоридий на клеточном, организменном и популяционном уровнях максимально разнообразны в различных паразитарных системах. В зависимости от уровня численности популяции своего хозяина и условий окружающей среды, проявление заболеваний, вызываемых микроспоридиями, варьирует от минимального влияния на хозяев до опустошительных эпизоотий, подавляющих массовое размножение вредных насекомых или уничтожающих культуру искусственно разводимых насекомых. Поэтому многие виды микроспоридий относятся к важным природным факторам регуляции численности, а также к потенциальным продуцентам микробиологических препаратов для борьбы с насекомыми – вредителями сельского и лесного хозяйства [4, 18] или с кровососущими переносчиками возбудителей заболеваний теплокровных животных [5]. Некоторые виды микроспоридий, паразитирующие в членистоногих, имеют ветеринарное и медицинское значение, так как способны заражать позвоночных [16], включая человека [15].

Представления о методах систематизации видового разнообразия микроспоридий в последнее время претерпели существенные изменения после обнаружения несоответствия традиционного таксономического деления и данных о филогенетических отношениях этих паразитов, полученных молекулярно-генетическими методами [21]. В результате, с одной

стороны, классические системы, построенные на фенетических признаках, признаны устаревшими, а критерии для новой систематики микроспоридий, учитывающей молекулярно-филогенетические данные и биологические особенности паразитов, не разработаны. Отсутствие единой универсальной системы затрудняет дальнейшие исследования в области диагностики, идентификации и анализа биологических свойств микроспоридий. Разработка такой системы – одна из приоритетных задач нашей исследовательской группы (см. ниже).

Паразито-хозяйинные отношения микроспоридий и животных сложны и разнообразны. В научных работах обычно фиксируются патологические последствия заражения животных-хозяев микроспоридиями [6]. В то же время описаны случаи, когда отрицательные эффекты, очевидные на организменном уровне, нивелируются на популяционном [22], как это характерно для многих паразитов.

Отношения микроспоридий с зараженной клеткой животных хозяев уникальны. Они не только потребляют энергетические субстраты клетки хозяина путем импорта в свою клетку молекул АТФ, но и управляют физиологическими процессами зараженной клетки путем экспорта целого набора секретируемых белков, относящихся к различным функциональным категориям [9, 17].

Особенности паразито-хозяйинных отношений на организменном уровне детально изучены на нескольких системах микроспоридии – членистоногие, однако роль одного из ключевых факторов, определяющих характер их взаимодействий, а именно иммунитета хозяев, остается практически не исследованной. Вторгаясь в организм хозяина, микроспоридии должны преодолеть его защитные барьеры для успешного заражения клеток и дальнейшего развития. Очевидно, что внутриклеточная локализация позволяет избежать паразитам непосредственного контакта с клетками гемолимфы, осуществляющими иммунологический надзор за состоянием внутренней среды организма [7], однако о том, что происходит с иммуногенетической системой на начальном этапе заражения, когда паразит только проникает в организм хозяина, практически ничего не известно [10]. С другой стороны, показано,



что при массовом спорогенезе в организме зараженных насекомых происходит подавление активности систем неспецифического иммунитета [1, 20], что предположительно служит одним из ключевых факторов резкого повышения восприимчивости к заражению другими патогенами [19].

Изучение жизненных циклов, морфологии, ультраструктуры и основных свойств, определяющих адаптации микроспоридий к паразитизму в своих хозяевах в сочетании с современными методами молекулярно-биологического анализа, необходимо для определения вида и его положения в филогенетической системе,

для понимания путей эволюции микроспоридий и экологических связей между различными филогенетическими группировками этих паразитов, для дальнейшего усовершенствования современных подходов к диагностике, идентификации и таксономии паразитов, а также для оценки эффективности и опасности заражения для человека микроспоридиями, перспективными в защите растений. В России систематические исследования этих вопросов проводит группа по изучению микроспоридий под руководством проф. И. В. Исси на базе Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений.

### Список литературы

1. Воронцова Я. Л., Токарев Ю. С., Соколова Ю. Я., Глунов В. В. Микроспоридиоз пчелиной огнёвки *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), вызываемый *Vairimorpha ephestiae* (Microsporidia: Burenellidae) // Паразитология. 2004. Т. 38. Вып 3. С. 239–250.
2. Долгих В. В., Сендерский И. В., Павлова О. А., Безнусенко Г. В. Анализ экспрессии генов везикулярного транспорта в авезикулярных клетках микроспоридии *Paranosema (Antonospora) locustae* // Цитология. 2010. Т. 52. № 1. С. 5–11.
3. Исси И. В., Воронин В. Н. Тип Microsporidia Микроспоридии // Руководство по зоологии. Протисты. Санкт-Петербург: Наука, 2007. Ч. 2. С. 994–1045.
4. Токарев Ю. С., Малыш Ю. М., Дубинина Е. В., Алексеев А. Н., Фролов А. Н., Исси И. В. Значение микроспоридий для микробиологического контроля численности вредных членистоногих // Защита и карантин растений. 2007. № 12. С. 14–16.
5. *Andreadis T. G.* Microsporidian parasites of mosquitoes // J. of the American Mosquito Control Association. 2007. V. 23. P. 3–29.
6. *Becnel J. J., Andreadis T. G.* Microsporidia in insects // The microsporidia and microsporidiosis. D.C. Washington. 1999. P. 447–501.
7. *Beverly S. M.* Hijacking the cell: parasites in the driver's seat // Cell. 1996. V. 87. P. 787–789.
8. *Capella-Gutiérrez S., Marcet-Houben M., Gabaldón T.* Phylogenomics supports microsporidia as the earliest diverging clade of sequenced fungi // BMC Biol. 2012. V. 10. P. 47.
9. *Cuomo C. A., Desjardins C. A., Bakowski M. A., Goldberg J., Ma A. T., Becnel J. J., Didier E. S., Fan L., Heiman D. I., Levin J. Z., Young S., Zeng Q., Troemel E. R.* Microsporidian genome analysis reveals evolutionary strategies for obligate intracellular growth // Genome Res. 2012. V. 22(12). P. 2478–2488.
10. *David F., Weiser J.* Role of hemocytes in the propagation of a microsporidian infection in larvae of *Galleria mellonella* // J. Invertebr. Pathol. 1994. V. 63. P. 212–213.
11. *Dolgikh V. V., Senderskiy I. V., Pavlova O. A., Naumov A. M., Beznoussenko G. V.* Immunolocalization of an alternative respiratory chain in *Antonospora (Paranosema) locustae* spores: mitochondria retain their role in microsporidian energy metabolism // Eukaryot. Cell. 2011. V. 10. P. 588–593.
12. *Haag K. L., James T. Y., Pombert J. F., Larsson R., Schaer T. M., Refardt D., Ebert D.* Evolution of a morphological novelty occurred before genome compaction in a lineage of extreme parasites // Proc Natl Acad Sci U S A. 2014. V. 111 (43). P. 15480–15485.
13. *Karpov S. A., Mamkaeva M. A., Aleoshin V. V., Nassonova E., Lilje O., Gleason F. H.* Morphology, phylogeny, and ecology of the aphelids (Aphelidea, Opisthokonta) and proposal for the new superphylum Opisthosporidia // Front Microbiol. 2014. V. 5. P. 112.
14. *Keeling P. J., Fast N. M.* Microsporidia: biology and evolution of highly reduced intracellular parasites // Annu. Rev. Microbiol. 2002. V. 56. P. 93–116.

15. Meissner E. G., Bennett J. E., Qvarnstrom Y., da Silva A., Chu E. Y., Tsokos M., Gea-Banacloche J. Disseminated microsporidiosis in an immunosuppressed patient // *Emerg. Infect. Dis.* 2012. V. 18 (7). P. 1155–1158.
16. Nylund S., Nylund A., Watanabe K., Arnesen C. E., Karlsbakk E. *Paranucleospora theridion* n. gen., n. sp. (Microsporidia, Enterocytozoonidae) with a Life Cycle in the Salmon Louse (*Lepeophtheirus salmonis*, Copepoda) and Atlantic Salmon (*Salmo salar*) // *J. Eukaryot. Microbiol.* 2010. V. 57 (2). P. 95–114.
17. Senderskiy I. V., Timofeev S. A., Seliverstova E. V., Pavlova O. A., Dolgikh V. V. 2014. Secretion of *Antonospora* (*Paranosema*) locustae proteins into infected cells suggests an active role of microsporidia in the control of host programs and metabolic processes. *PLoS One.* Apr 4;9(4):e93585. doi: 10.1371/journal.pone.0093585.
18. Solter L. F., Hajek A. E. Control of gypsy moth, *Lymantria dispar*, in North America since 1878. Use of microbes for control and eradication of invasive arthropods. New York: Springer, 2009.
19. Tokarev Y. S., Levchenko M. V., Naumov A. M., Senderskiy I. V., Lednev G. R. Interactions of two insect pathogens, *Paranosema locustae* (Protista: Microsporidia) and *Metarhizium acridum* (Fungi: Hypocreales), during a mixed infection of *Locusta migratoria* (Insecta: Orthoptera) nymphs // *J. Invertebr. Pathol.* 2011. V. 106. P. 336–338.
20. Tokarev Y. S., Sokolova Y. Y. Cellular immune reactions of orthopteran insect host to microsporidia // *Folia Parasitol.* 2005. V. 52. P. 12–13A.
21. Vossbrink C. R., Debrunner-Vossbrinck B. A. Molecular phylogeny of the Microsporidia: ecological, ultrastructural and taxonomic considerations // *Folia Parasitologica.* 2005. V. 52. P. 131–142.
22. Weiser J. Die Mikrosporidien als Parasiten der Insekten // *Monogr. Angew. Entomol.* 1961. V. 17. P. 1–149.

О. Г. Томилова, В. Ю. Крюков,  
О. Н. Ярославцева, М. В. Тюрин,  
И. М. Дубовский, Н. А. Крюкова, В. В. Глупов  
*Институт систематики и экологии животных СО РАН*  
г. Новосибирск, Россия  
e-mail: toksina@mail.ru

## РАЗВИТИЕ МИКОЗОВ И ИММУННЫЕ РЕАКЦИИ ЛИЧИНОК КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА ФОНЕ ИНТОКСИКАЦИИ АВЕРМЕКТИНАМИ

Микозы насекомых широко распространены в природе и играют важную роль в регуляции их численности. По этой причине именно энтомопатогенные грибы (р. *Beauveria* и *Metarhizium*) одними из первых стали использоваться в практике защиты растений. Однако грибные энтомопатогены характеризуются высокой зависимостью от условий среды (солнечная радиация, температура, влажность), растянутым инкубационным периодом болезни, нестабильной вирулентностью пропагул при длительном культивировании на питательных средах.

В настоящее время показана большая перспективность разработки комбинированных препаратов на основе смесей энтомопатогенных грибов с бактериями или вторичными метаболитами растений и грибов [1–3]. Использование комбинированных препаратов позволяет эффективно сдерживать численность

фитофагов, минимизировать потери урожая защищаемых культур.

В качестве активного компонента в смеси с энтомопатогенными грибами могут выступать синтезированные или природные авермектины [4–6]. Взаимодействие энтомопатогенных грибов с авермектинами обеспечивает стабильный энтомоцидный эффект и позволяет рассматривать данную композицию как одну из наиболее перспективных. Однако изменения защитных реакций насекомых при комплексном воздействии на них грибов и авермектинов не изучалось. Соответственно, вопросы о причинах возможного синергизма между грибами и авермектинами остаются открытыми.

Одним из важнейших объектов микробиологического контроля среди насекомых-фитофагов является колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). По уровню численности и вредоносности его относят к числу супердоми-

нантных вредоносных видов [7]. Формирование резистентности к большинству инсектицидов [8] обуславливает необходимость поиска эффективных методов биологического контроля численности колорадского жука.

Целью настоящей работы являлось исследование воздействия *Metarhizium robertsii* на личинок колорадского жука на фоне интоксикации авермектинами. Помимо показателей гибели и веса насекомых, оценивали изменения клеточного и гуморального иммунитета, а также состояние детоксицирующей системы насекомых в ходе патологического процесса.

Для инфицирования насекомых использовали культуру P-72 *Metarhizium robertsii*. В экспериментах применяли промышленный препарат Актарофит 0,2 % («Энзим», г. Винница) на основе комплекса природных авермектинов (Аверсектин С), продуцируемых *Streptomyces avermitilis*. Оценку влияния актарофита на *M. robertsii* проводили с использованием методики агаровых блоков, в качестве питательной среды (ПС) – SDAY. Личинок колорадского жука IV возраста содержали в вентилируемых пластиковых контейнерах объемом 300 мл по 10 экз. при 25 °С, 80–90 %-ной относительной влажности, 12-часовом световом дне, кормили листьями картофеля. В опытных вариантах проводили перкутанную обработку личинок погружением в исследуемую суспензию и через обработанный корм. Смертность и массу насекомых учитывали на протяжении 10 сут. В каждом варианте опытов было использовано не менее 30 насекомых (три повторности по 10 личинок).

Показатели клеточного иммунитета и биохимического статуса опытных насекомых оценивали в динамике в течение 3 суток после обработки. Активность неспецифических эстераз (ЭСТ) и глутатион-S-трансферазы (ГСТ) в лимфе и жировом теле личинок колорадского жука, а также фенолоксидазную активность (ФО) в лимфе и кутикуле насекомых определяли спектрофотометрически [9, 10].

Для оценки показателей клеточного иммунитета проводили подсчет общего числа гемцитов и типирование клеток по фиксированным окрашенным мазкам [10].

В предварительных экспериментах было установлено, что полулетальная концентрация

(ЛК<sub>50</sub>) актарофита для личинок IV возраста колорадского жука составляет 0,0054, это в 40 раз ниже минимальных рекомендуемых производителем препарата рабочих концентраций против данного объекта.

Оценка ингибирующей активности биопрепарата актарофит на культуру гриба *M. robertsii* показала, что в концентрации рекомендованной для применения (0,2 %) актарофит вызывал замедление мицелиального роста гриба на 30–35 % (3–5 сутки). В последующие сутки ингибирующее действие препарата частично нивелировалось. В полулетальной концентрации (0,005 %) ингибирующего действия актарофита на гриб не было отмечено.

Выбор оптимального титра *M. robertsii* в смеси с авермектинами проводили в диапазоне от  $5 \times 10^3$  до  $7,5 \times 10^5$  спор/мл, оптимальным для применения в смеси с полулетальной концентрацией актарофита оказался титр  $5 \times 10^5$  спор/мл. Данная комбинация обеспечивала синергетический эффект смеси с 3 по 10 сутки с высокой степенью достоверности.

Микроскопическое исследование и посев гемолимфы зараженных личинок на ПС показали, что формирование бластоспор *M. robertsii* в гемоцеле под воздействием совместного инфицирования опережает грибную моноинфекцию на 2 суток, достоверное превышение количества бластоспор при комбинированной обработке зарегистрировано на 5–7 сутки. Скорость гибели насекомых также значительно увеличивалась, ЛТ<sub>50</sub> при комбинированной обработке сократилась в 2,2 раза по сравнению с грибной моноинфекцией. Отмечено снижение подвижности и значительное отставание в развитии личинок под действием авермектинов и при комбинированной обработке.

Нами зафиксировано повышение активности ФО в лимфе, и особенно в кутикуле инфицированных личинок на 3 сутки с момента заражения. Максимальный эффект получен под действием совместного применения исследуемых компонентов. Вероятно, повышенное содержание ФО при смешанной обработке обусловлено ускорением течения микозного патогенеза под действием авермектинов.

Выявлены изменения состояния детоксицирующей системы личинок колорадского жука в эксперименте. Воздействие авермекти-

нов в чистом виде, и особенно в смеси с грибом, вызывало на 3 суток активацию экспрессии ГСТ и неспецифических эстераз в лимфе насекомых, что может быть вызвано наличием токсических компонентов тестируемых агентов, а также токсичных продуктов эндогенного происхождения, сопровождающих патологический процесс. Изменение активности детоксицирующих ферментов отмечено и в жировом теле. Воздействие актарофита и комбинации агентов вызвало на 3 суток достоверное увеличение содержания ГСТ в гомогенате жирового тела, хотя грибная моноинфекция в этот период не вызывала подъема ГСТ. Достоверное снижение количества неспецифических эстераз в жировом теле отмечено под воздействием гриба и особенно его смеси с авермектинами, что свидетельствует о снижении защитных реакций, обеспечивающих дегидратацию ксенобиотиков.

Общее число гемоцитов резко увеличилось в варианте с грибной моноинфекцией, тог-

да как под действием авермекинов или комбинированной обработки не наблюдалось подъема общей численности клеток. Тем не менее структура гемоцитов под действием авермектинов изменялась – отмечено существенное снижение иммунокомпетентных клеток-гранулоцитов.

Таким образом, развитие микоза личинок колорадского жука, вызванного *M. robertsii*, на фоне токсического воздействия полулетальных концентраций авермектинов протекает в более сжатый срок, сопровождается изменением иммунного ответа насекомых на грибную инфекцию, что приводит к усугублению патологического процесса и быстрой гибели насекомых. Стратегия использования грибной инфекции в сочетании со сниженными дозами микробных метаболитов, в частности Аверсектина С, может быть перспективным подходом для подавления численности колорадского жука.

#### Список литературы

1. Wraight S. P., Ramos M. R. Integrated use of >3.84 *Beauveria bassiana* and *Bacillus thuringiensis* serovar. *tenebrionis* for microbial biocontrol of Colorado potato beetle. Journal of Anhui Agricultural University. 2007. Vol. 34. P. 174–184.
2. Kryukov V. Yu., Khodyrev V. P., Yaroslavtseva O. N., Kameneva A. S., Duisembekov B. A., Glupov V. V. Synergistic action of entomopathogenic hyphomycetes and the bacteria *Bacillus thuringiensis* ssp. *morrisoni* in the infection of Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* // Appl. Biochem. Microbiol. 2009. Vol. 45. P. 511–516.
3. Krukov V. J., Martemyanov V. V., Polovinka M. P., Luzina O. A., Dubovskiy I. M., Serebrov V. V., Hodirev V. P., Malarchuk A. A., Gerber O. N., Jaroslavceva O. N., Bojarisheva E. A., Levchenko M. V., Glupov V. V., Salakhutdinov N. F., Tolstikov G. A. Usnic acid – promising synergist for biopesticide containing entomopathogenic microorganisms // Doklady Biological Sciences. 2008. Vol. 423, № 2. P. 279–282.
4. Anderson T. E., Hajek A. E., Roberts D. W., Preisler H. K., Robertson J. L. Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae): Effects of Combinations of *Beauveria bassiana* with Insecticides // J. of Economic Entomology. 1989. Vol. 82, № 1. P. 83–89.
5. Shternshis M., Tsvetkova V. Comparison of some preparations for the control of Siberian population of Colorado beetle // Inf. Bull. EPRS IOBC. 2007. № 37. P. 21–24.
6. Asi M. R., Bashir M. H., Afzal M., Ashfaq M., Sahi S. T. Compatibility of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces fumosoroseus* with selective insecticides // Pakistan J. Bot. 2010. Vol. 42. P. 4207–4214.
7. Павлюшин В. А., Сухорученко Г. И., Фасулати С. Р., Вилкова Н. А. Колорадский жук: распространение, экологическая пластичность, вредоносность, методы контроля // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2009. № 3. 32 с.
8. Alyokhin A., Baker M., Mota-Sanchez D., Dively G., Grafius E. Colorado potato beetle resistance to insecticides // Amer. J. Potato Res. 2008. Vol. 85. P. 395–413.
9. Dubovskiy I. M., Slyamova N. D., Kryukov V. Yu., Yaroslavtseva O. N., Levchenko M. V., Belgibaeva A. B., Adilkhankyzy A., Glupov V. V. The activity of nonspecific esterases and glutathione-S-transferase in *Locusta migratoria* larvae infected with the fungus *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota, Hypocreales) // Entomological Review. 2012. Vol. 92, № 1. P. 27–32. URL: [http://eco.nsc.ru/labpat/dubovskiy/pdf/Dubovskiy\\_2012.pdf](http://eco.nsc.ru/labpat/dubovskiy/pdf/Dubovskiy_2012.pdf).
10. Kryukov V., Yaroslavtseva O. N., Dubovskiy I. M., Tyurin M. V., Kryukova N. A., Glupov V. V. Insecticidal and immunosuppressive effect of ascomycete *Cordyceps militaris* on the larvae of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* // Biology Bulletin. 2014. Vol. 41, № 3. P. 276–283.

O. G. Tomilova, V. Yu. Kryukov, O. N. Yaroslavtseva,  
M. V. Tyurin, I. M. Dubovskiy,  
N. A. Kryukova, V. V. Glupov

Institute of systematics and ecology of animals SB RAS,  
Novosibirsk  
e-mail: toksina@mail.ru

## MYCOSIS DEVELOPMENT AND IMMUNE REACTIONS OF COLORADO POTATO BEETLE LARVAE IN THE PRESENCE OF INTOXICATION BY AVERMECTINS

**Summary.** The treatment by avermectins led to increasing susceptibility of Colorado potato beetle larvae to the fungal infection (*Metarhizium robertsii*). Application of entomopathogenic fungi and complex of natural avermectins together caused

synergetic effect. Changes of insect's immune status and impairment of pathological process during mycosis have been registered in presence of toxicogenic half-lethal concentrations of avermectins.

М. А. Томошевич

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН  
г. Новосибирск, Россия  
e-mail: arysa9@mail.ru

## НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТОКОМПЛЕКСОВ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В СИБИРИ

Данная работа посвящена выявлению закономерностей формирования патоконплексов при интродукции древесных растений в Сибири. Многолетние исследования осуществлялись в дендрариях Центрального Сибирского ботанического сада СО РАН, Института леса им. В. Н. Сукачева (ИЛ) СО РАН (г. Красноярск), Института садоводства им. Лисавенко и Южно-Сибирского ботанического сада (г. Барнаул) и в различных городских посадках (скверы, парки, бульвары, магистрали и др.) городов Новосибирск, Красноярск, Кемерово, Барнаул и Томск. В течение 1997–2012 гг. было обследовано около 300 видов древесных листопадных растений.

Фитопатологические обследования растений-интродуцентов и аборигенов позволили выявить 121 вид листовых патогенных микромицетов, относящихся к 2 отделам, 14 порядкам, 46 родам. Наибольшее число видов относится к отделу Ascomycota (86,8 %). Из отдела Basidiomycota из патогенных микромицетов отмечены представители порядка Russiniales и агарикоидный гриб *Chondrostereum purpureum*.

Установлено, что наибольшее число патогенов развивается на аборигенных растениях (от 19 до 60 видов, что составляет 66–75 % от всех обнаруженных микромицетов) (табл. 1). На интродуцентах североамериканского и дальневосточного происхождения фиксируется от 1 до 7 грибов (до 13 % от общего числа). На европейских интродуцентах встречается от 4 до 16 патогенных микромицетов, что составляет 13–20 % от общего числа.

Анализируя устойчивость интродуцентов, можно отметить, что североамериканские виды, как и дальневосточные, поражаются в основном грибами-полифагами (*Coryneum foliicola*, *Leptoxyphium fumago*, *Cladosporium herbarum* и др.) или широкораспространенными патогенами (*Blumeriella jaarii*, *Erysiphe adunca*, *Mycosphaerella populi*, *Cronartium ribicola*, *Phragmidium tuberculatum*, *Stigmia carpophila*, *Cercospora rosicola* и др.). На европейских растениях и некоторых дальневосточных зафиксированы патогены, развивающиеся в «своих» регионах. Так, три патогена зафиксировано из дальневосточного региона (*Cercospora gotoana*, *Phyllosticta phellodendricola*, *Gloeosporium berberidis*) и

Таблица 1

Распределение патогенов в зависимости от географического происхождения растений-хозяев

Город	Число обследованных растений					
	Число патогенов					
	всего	А	ЦА	Е	СА	ДВ
Новосибирск	<u>98</u>	<u>39</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>22</u>
	86	60	7	16	5	7
Барнаул	<u>44</u>	<u>26</u>	<u>0</u>	<u>7</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
	27	19	0	5	2	1
Кемерово	<u>47</u>	<u>19</u>	<u>4</u>	<u>9</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
	30	20	2	6	4	4
Красноярск	<u>55</u>	<u>29</u>	<u>3</u>	<u>9</u>	<u>6</u>	<u>8</u>
	42	26	2	7	4	4
Томск	<u>43</u>	<u>27</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>6</u>
	29	22	3	4	1	0

Примечание: А – аборигенные растения; ЦА – центральноазиатские интродуценты; Е – европейские интродуценты; СА – североамериканские интродуценты; ДВ – дальневосточные интродуценты.

пять – из европейского (*Cladosporium syringae*, *Phyllosticta vincae-minoris*, *Erysiphe syringae*, *Erysiphe alphitoides*, *Erysiphe berberidis*). Североамериканских патогенов в сибирском регионе пока не выявлено. Хотя именно Северная Америка считается одним из наиболее приемлемым районом – «донором» видов для интродукции древесных растений в Сибирь [3].

Проследить происхождение инвазивных патогенов в Сибири не всегда представляется возможным. Неясным остаются пути проникновения мучнисто-росяного гриба *Sawadaea tulasnei*, регистрируемого нами в Сибирском регионе на европейских и дальневосточных видах клена, т. к. все виды клена являются интродуцентами в Сибири. Этот вопрос остается невыясненным у еще ряда грибов *Mycorappus alni*, *Venturia acerina*, *Phyllosticta westendorpii*, растения-хозяева которых также не произрастают в исследуемом регионе.

Проведенный анализ патогенов, населяющих европейские и евроазиатские виды древесных растений в ботанических садах и насаждениях городов Сибири позволил выявить 4 вида грибов, которые ранее не были известны в Центральной Европе: *Cylindrosporium betulae* Davis. – на *Betula pendula* Roth, *C. canadense* Vassil. – на *Spiraea hypericifolia* L., *Cylindrosporium salicinum* (Peck) Dearn – на иве белой *Salix alba* L. и, наконец, *Mycorappus alni* (Diarness&Bartholomew) Redhead & White – на *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. и *A. incana* (L.) Moench. [8].

Однако наиболее серьезные инвазивные виды патогены зачастую не являются опасными в своем регионе, так, они находятся под контролем естественных врагов или поражаемые ими виды растений более устойчивы, чем виды интродуцированные. Особый интерес представляют виды, которые имеют различный круг хозяев в Сибири и Европе или имеют более высокой ущерб в Сибири, чем в Европе. Например, мучнистая роса *Sawadaea tulasnei*, сильно поражающая *Acer tataricum* в Сибири, никогда не наблюдалась на *A. platanoides*, в то время как *A. platanoides* является хозяином этого гриба и сильно поражается в Европе [6]. Точно также *Erysiphe adunca* развивается в сильной степени в дендрарии ЦСБС на нескольких видах *Salix* (*S. acutifolia*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. caesia*, *S. lantana*, *S. pentandra* и *S. viminalis*), но не заражает *S. fragilis*, растущую поблизости. Однако в Европе *S. fragilis* является основным хозяином для этого мучнистого гриба [5, 7]. Все это свидетельствует о том, что в различных регионах внутри ареала вида гриба могут быть различные внутривидовые популяции, поскольку в различных экологических условиях формообразовательные процессы развиваются не одинаково [8].

При изучении биологии инвазивного гриба *Erysiphe alphitoides* нами выявлено, что более жесткие условия Сибири, вызывающие запаздывание фенофазы растения-хозяина приводят к более интенсивному развитию патогена. Так, по данным А. А. Власова [2] этим

патогеном заражается листва побегов, распустившихся незадолго до появления конидиальной стадии, и особенно распускающихся уже во время ее распространения. По данным А. П. Шиманюк [4], в Европейской части России первые побеги дуба распускаются за 1–2 месяца (середина апреля-май). Появление конидиальной стадии фиксируется в середине июня [1–2]. Большинство листьев к этому времени становятся устойчивыми против заражения данным грибом. Поэтому распространение патогена в европейском регионе тесно связано со способностью дуба развивать поздние побеги (нормальные вторые (ивановые) побеги, вторичные побеги, поросль), и чаще всего наблюдается в молодых насаждениях. Кроме того, этим же автором [2] установлено, что конидиальная стадия гриба довольно вынослива к кратковременным понижениям температуры (при падении средних температур ниже +15 °С

наблюдается лишь замедление развития и распространение патогена).

В условиях Сибири раскрытие почек и рост побегов дуба черешчатого фиксируется позже более чем на месяц (конец мая – начало июня), а развитие патогена совпадает со сроками, указанными в Европейской части России. Первые симптомы заболевания на листьях дуба обнаруживаются в конце июня. Вследствие чего патоген *Erysiphe alphitoides* получает более длительный благоприятный период для заражения и распространения по сравнению с Европейским регионом. В июле на листьях молодого и среднего возрастов интенсивность заболевания может достигать до 100 %.

Таким образом, фитопатологические исследования показывают, что аборигенные растения аккумулируют на себе большее число патогенов. Инвазивные патогены в условиях Сибири проявляют большую агрессивность, нежели у себя на родине.

#### Список литературы

1. Акундинов А. М., Власов А. А., Шафранская В. М. Болезни сосны и дуба и борьба с ними в питомниках и культурах. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1951. 137 с.
2. Власов А. А. Возбудители мучнистой росы дуба в европейской части СССР // Труды Ин-та леса. Т. XVI. М., 1954. С. 144–177.
3. Встовская Т. Н. Древесные растения – интродуценты Сибири (Spiraea – Weigela). Новосибирск: Наука, 1987. 272 с.
4. Шиманюк А. П. Биология древесных и кустарниковых пород СССР. М.: Просвящение, 1964. 479 с.
5. Fakirova V. I. Fungi Bulgaricae. VI. Order Erysiphales. Sofia: Bulgarian Academy of Sciences, 1991.
6. Heluta V. P., Minter D. W. *Sawadaea tulasnei* // IMI Descriptions of Fungi and Bacteria. Set. 2000. № 138. 1379 p.
7. Nagy G. S., Kiss L. A. Check-list of powdery mildew fungi of Hungary // Acta Phytopathol. Entomol. Hung. 2006. Vol. 41. P. 79–91
8. Tomoshevich M., Kirichenko N, Holmes K., Kenis M. Foliar fungal pathogens of European woody plants in Siberia: an early warning of potential threats? // Forest Pathology. 2013. Vol. 43, № 5. P. 345–359.

**M. A. Tomoshevich**

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk  
e-mail: arysa9@mail.ru

#### FORMATION PATTERN OF LEAF PATHOGENIC COMPLEXES IN WOODY PLANTS WHEN INTRODUCING THEM IN SIBERIA

**Summary.** Pathogenic complexes were revealed on leaves of native plants and introductions in Siberia. Resistance of introduced woody plants was studied. It was established that climatic condi-

tions of Siberian area encouraged intensive development of invasive pathogens.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПРЕСС МЕТОДА ВЫДЕЛЕНИЯ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ИЗ ПОЧВЫ\*

Выделение энтомопатогенных грибов из почв различных биоценозов актуально как в теоретическом аспекте – для изучения их биологического разнообразия, так и в прикладном – для разработки препаратов биологического контроля насекомых. Один из наиболее распространенных методов выделения данных грибов – это метод ловушек (bait method) [4] с использованием гусениц – вошинной *Galleria mellonella* огневки, реже – мучного хрущака *Tenebrio molitor*. Однако необходимо отметить, что эти насекомые могут иметь различный, в том числе очень высокий уровень устойчивости к патогенам [2]. Это делает невозможным выделение грибов из почв с низким титром конидий, а также выделение низковирулентных штаммов.

Ранее нами было установлено, что при парализации личинок вошинной огневки паразитоидом *Habrobracon hebetor* их восприимчивость к энтомопатогенным грибам увеличивается в тысячи раз [1], за счет ингибирования ядом иммунных реакций, связанных с устойчивостью к энтомопатогенным грибам [3]. Поэтому мы предположили, что использование гусениц огневки, иммуносупрессированных ядом бракона, будет значительно повышать чувствительность метода ловушек.

В серии опытов нами были использованы почвенные образцы из Западной Сибири и Европейского Севера. Было показано, что после помещения парализованных ядом бракона гусениц вошинной огневки в почвы из различных биоценозов в каждом случае мумифицировались от 40 до 80 % личинок, тогда как при

использовании не парализованных гусениц наблюдались лишь единичные случаи мумификации (от 0 до 20 %). Из трупов выделялись преимущественно энтомопатогенные грибы родов *Beauveria*, *Metarhizium* и *Lecanicillium*, реже – условно патогенные грибы (*Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Mucor*). Родовой состав грибов варьировал в зависимости от биоценоза и климатической зоны. Важно отметить, что данный метод позволил выделять энтомопатогены *Beauveria*, *Metarhizium* в сухих стациях (степная зона Сибири), где выделение грибов общепринятыми методами является очень трудоемким процессом. Кроме того, штаммы, выделенные в засушливых ценозах могут обладать такими свойствами, как термотолерантность и высокая устойчивость к УФ облучению и, соответственно, быть перспективными для создания биопрепаратов, эффективных в условиях аридных зон.

Таким образом, использование личинок иммуносупрессированных ядом *H. hebetor* позволяет в десятки, а возможно, и сотни раз повысить чувствительность экспресс-метода выделения энтомопатогенных грибов из почвы. Дальнейшие работы будут направлены на установление количества профагул грибов в почве, необходимых для успешного развития микозов у парализованных и непарализованных личинок огневки, молекулярной идентификации выделяемых штаммов грибов, исследование вирулентных свойств и гигротермических предпочтений штаммов, выделенных описанным методом.

### Список литературы

1. Крюков В. Ю., Крюкова Н. А., Глупов В. В. Изменение восприимчивости гусениц *Galleria mellonella* к анаморфным энтомопатогенным аскомицетам при парализации эктопаразитоидом *Habrobracon hebetor* // Экология. 2013. № 1. С. 73–76.
2. Dubovskiy I. M., Whitten M. M. A., Kryukov V. Y., Yaroslavtseva O. N., Grizanova E. V., Greig C., Mukher-



jee K., Vilcinskas A., Mitkovets P., Glupov V. V., Butt T. M. More than a colour change: Insect melanism, disease resistance and fecundity // Proc. Royal Soc. Biol. 2013. V. 280, № 1763.

3. Kryukova N. A., Dubovskiy I. M., Chertkova E. A., Vorontsova Ya. L., Slepneva I. A., Glupov V. V. The effect of *Habrobracon hebetor* venom on the activity of the prophenoloxidase system, the generation of reactive oxygen species and encapsulation in the haemolymph of *Galleria mellonella* larvae // J. Insect Physiol. 2011. V. 57. № 6. P. 796–800.

4. Zimmermann G. The «*Galleria* bait method» for detection of entomopathogenic fungi in soil // J. of Applied Entomology. 1986. Vol. 102. P. 213–215.

M. V. Tyurin, V. Yu. Kryukov,  
O. N. Yaroslavtseva, V. V. Glupov

Institute of systematics and ecology of animals SB RAS,  
Novosibirsk  
e-mail: maktolt@mail.ru

## IMPROVEMENT OF BAIT METHOD FOR ISOLATION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI FROM SOIL

**Summary.** An increase of the sensitivity of the bait method of entomopathogenic fungi isolation from the soil was registered under the use of larvae *Galleria mellonella* envenomated by ectoparasitoid

*Habrobracon hebetor*. Further, modified method will allow to isolate fungi from soil with low titer of colony forming unit, particularly from steppes soils.

Н. А. Федосюк<sup>1</sup>, А. А. Кияшко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена  
г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург, Россия

e-mail: nadezhda951@gmail.com, Anna.Kiyashko@binran.ru

## ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕДКОГО ВИДА *SPARASSIS CRISPA* (SPARASSIDACEAE, BASIDIOMYCOTA) В УСЛОВИЯХ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ\*

*Sparassis crispa* – редкий вид, распространенный по современным данным в европейской части Евразии от Атлантического побережья до Кавказа и Уральских гор [1]. В европейской части России отмечен в большинстве областей и краев. Согласно упомянутой выше работе, находки, сделанные в Сибири и на Дальнем Востоке, могут относиться к азиатским таксонам *Sparassis crispa* – комплекса. По имеющимся на сегодня сведениям, *S. crispa* s. str. является ксилотрофом со слабой биотрофной активностью, вызывает бурую корневую и сердцевинную гнили. Образует крупные одиночные плодовые тела, развивающиеся в основании стволов и пней, а также на корнях хвойных пород (сосна, реже пихта) в хвойных и хвойно-широколи-

ственных лесах. В некоторых регионах считается индикатором спелых сосновых насаждений, испытывающих минимальную антропогенную нагрузку [2].

Несмотря на довольно обширный ареал, *S. crispa* s. str. повсеместно редок, включен в региональные Красные книги, а также охраняется на федеральном уровне. Факторы, лимитирующие распространение данного вида, в настоящее время не выяснены. Традиционно распространение ксилотрофных грибов объясняется многими причинами: пластичностью видов по отношению к действию различных абиотических факторов среды, продуктивностью, жизнеспособностью, легкостью распространения и прорастания спор, способностью колонизи-

© Федосюк Н. А., Кияшко А. А., 2015

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15–04–06211\_a) и программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России».

ровать древесину в том или ином состоянии, особенностями взаимоотношений с потенциально конкурентными грибами, историческим фактором и т. д. [3, 4]. Изучение различных аспектов экофизиологии *S. crispa* способствует выяснению причин редкости данного вида и вносит вклад в разработку стратегии его сохранения в природе. Целью данной работы является исследование влияния некоторых абиотических факторов (температура, кислотность субстрата) на рост штаммов *S. crispa* в условиях чистой культуры.

В работе использованы 2 изолята *S. crispa* s. str. из Коллекции культур базидиомицетов БИН РАН (LE-BIN), выделенные в Западной Европе (Германия, LE-BIN 043) и на Западном Кавказе (Республика Карачаево-Черкессия, LE-BIN 2902). Видовая принадлежность штаммов подтверждена молекулярно-генетическими методами [1]. В качестве среды культивирования было использовано агаризованное пивное сусло (концентрация сахаров 4 ° по Баллингу, агар – 20 г/л). Влияние абиотических факторов было оценено по скорости линейного роста культур, который определялся по измерениям двух взаимно перпендикулярных диаметров колоний с интервалом в 2 суток в течение 1,5 месяцев. Влияние температуры было исследовано в диапазоне от 5 до 35 °С с шагом в 5 °С. Кроме того, линейная скорость роста была оценена при флуктуирующем режиме температур 15:25 °С / 12:12 ч, моделирующем естественный суточный ход температур в лесах бореальной зоны. Для изучения воздействия низких температур мицелиальные диски из растущего края колоний обоих штаммов были выдержаны при температуре –20 °С в течение 2 недель, после чего перенесены на свежую питательную среду и далее культивировались при оптимальной температуре +20 °С в течение стандартного срока с замером скорости роста, как описано выше. Влияние кислотности субстрата на линейный рост штаммов *S. crispa* было исследовано при следующих значениях pH: 3,55; 4,4; 5,4; 6,05; 6,55. Для получения необходимых значений кислотности были использованы 0,1М растворы HCl и KOH. После 1,5 месяцев культивирования кислотность среды под мицелиальными матами была повторно измерена. Контролем послужили стерильные чашки Петри со средой

соответствующих значений pH. Все эксперименты выполнены в трех биологических повторностях. Статистическая обработка проведена с использованием *t*-критерия Стьюдента, дисперсионного анализа ANOVA и критерия Манна – Уитни (для нормально и ненормально распределенных выборок соответственно) при помощи программы OriginPro v. 8.0987.

В результате проведенных исследований было показано значительное совпадение паттернов роста изучаемых штаммов в заявленном диапазоне температур (рис. 1, а). Статистически достоверные отличия ( $P \leq 0,05$ ) между скоростями роста разных изолятов были зафиксированы только при 25 °С и флуктуирующем режиме температур.

Температурный оптимум обоих штаммов находился в диапазоне 20–25 °С. Скорость роста варьировала от 0,5 до 3,6 мм/сут. у 043 и от 0,5 до 3,4 мм/сут. у 2902, однако различия между скоростями роста при 20 и 25 °С у каждого штамма оказались статистически недостоверны ( $P \leq 0,01$ ). Оба изолята показали заметное ( $P \leq 0,01$ ) снижение скорости роста при температурах ниже 20 °С, при этом ее максимальные значения не превышали 1,6 мм/сут. Вопреки существовавшему ранее мнению о позитивном влиянии флуктуирующих температур на рост грибов, данный режим вызвал существенное ( $P \leq 0,01$ ) снижение скорости роста относительно роста при одном из оптимальных значений температуры (25 °С) у 2902. Однако у штамма 043 достоверные отличия отсутствовали.

Отмечено полное отсутствие роста обоих штаммов при температурах 30 и 35 °С в течение 2 недель. Однако данные температуры не являются летальными: после перенесения чашек Петри в оптимальные условия (20 °С) рост изолятов возобновился во всех повторностях. Тепловой шок вызвал сходные изменения у обоих штаммов, выразившиеся в удлинении периода адаптации (*lag*-фаза) и усилении колебаний скорости роста по сравнению с контролем. Двухнедельное промораживание привело к гибели всех культур, за исключением одной повторности штамма 043. При этом *lag*-фаза данной культуры была более продолжительной, чем после воздействия высоких температур, а скорость роста достоверно ниже ( $P \leq 0,05$ ), чем у культур, изначально выращивавшихся при

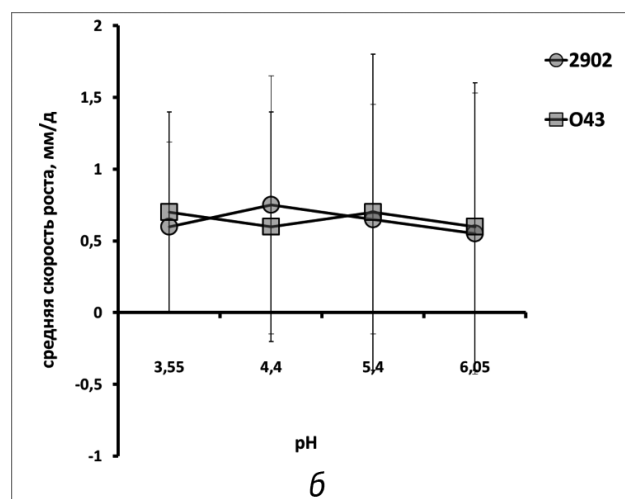
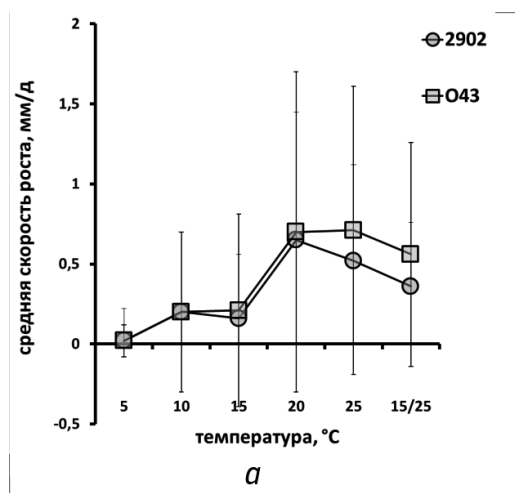


Рис. 1. а – влияние температуры на скорость линейного роста штаммов *Sparassis crispa* s. str. LE-BIN 2902 и LE-BIN 043; б – влияние кислотности питательной среды на скорость линейного роста штаммов *S. crispa* s. str. LE-BIN 2902 и LE-BIN 043

20 °C. Отмечены изменения в макроморфологии колоний, выросших при пессимальных температурах и после стрессового воздействия высоких температур, выражающиеся в преобладании погруженного мицелия в периферических частях колоний. Внешний вид колонии, перенесшей промораживание, соответствовал норме.

Влияние кислотности среды культивирования в диапазоне 3,55–6,05 на линейную скорость роста оказалось несущественным ( $P \leq 0,05$ ) для обоих штаммов (рис. 1, б). Вместе с тем колонии, выросшие при pH = 3,55 и 4,4, имели некоторые морфологические особенности, заключающиеся в формировании крупных мицелиальных сгустков из вздутых гиф в центре и развитии погруженного мицелия в пери-

ферических частях колоний. Все изоляты показали отсутствие роста при кислотности 6,55. У обоих штаммов отмечено свойственное грибам бурой гнили закисление питательной среды в процессе культивирования. Установлено, что после 1,5 месяцев роста колоний, кислотность среды понизилась до pH = 2,8–3,5 независимо от исходного значения. В контроле изменение кислотности не превышало 0,6 единиц. В дальнейшем планируется изучение ацидофицирующей активности данных штаммов.

Полученные данные указывают на относительную стенобионтность изученных штаммов *S. crispa* s. str., теряющих способность к росту при 30 °C, не выносящих промораживания и кислотности субстрата выше 6,05.

### Список литературы

1. Hughes K. W., Segovia A. R., Petersen R. H. Transatlantic disjunction in fleshy fungi. I. The *Sparassis crispa* complex // Mycological Progress. 2013. Vol. 2. P. 137–144.
2. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 1. Методика выявления и картографирования / отв. ред. Л. Андрессон, Н. М. Алексева, Е. С. Кузнецова. СПб., 2009. 238 с. ; Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе европейской части России. Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов / отв. ред. Л. Андерсон, Н. М. Алексева, Е. С. Кузнецова. СПб., 2009. 258 с.
3. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. 479 с.
4. Wald P., Pitkänen S., Boddy L. Interspecific interactions between the rare tooth fungi *Creolophus cirrhatus*, *Hericium erinaceus* and *H. coralloides* and other wood decay species in agar and wood // Mycological Research. 2004. Vol. 108, № 12. P. 1447–1457.

N. A. Fedosyuk<sup>1</sup>, A. A. Kiyashko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg

<sup>2</sup>Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg

e-mail: nadezhda951@gmail.com, Anna.Kiyashko@binran.ru

## ECOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF THE RARE SPECIES *SPARASSIS CRISPA* (SPARASSIDACEAE, BASIDIOMYCOTA) IN PURE CULTURE

**Summary.** Growth of two strains of *Sparassis crispa* s. str. (LE-BIN 043 and 2902) under various temperatures and substrate's acidity was studied to give insight into ecological characteristics of this rare species. The general patterns of mean growth rate with respect to these abiotic factors were similar for both studied isolates. Temperature optimum was 20–25 °C. Mean growth rate declined sharply at temperatures below 20 °C and no growth was detected at temperatures 30 and 35 °C. Growth of both strains was renewed after the transference of Petri dishes at 20 °C but a lag phase was longer

than in control. There was no growth after exposure at –20 °C for 2 weeks with the exception for 1 replication of strain 043. But lag of this colony was longer than after 35 °C and mean growth rate was less than in control. Both strains grew similarly at pH 3.55–6.05 however growth was absent at pH 6.55. After 1.5 month of growth pH of the medium was 2.8–3.5 despite of initial acidity. Therefore, *S. crispa* may be considered as a rather stenoecic species with regard to temperature and substrate acidity.

А. В. Филиппова

Кемеровский государственный университет

г. Кемерово, Россия

e-mail: sasha1977@ngs.ru

## МАКРОМИЦЕТЫ ИСКУССТВЕННОГО ТОПОЛЕВОГО НАСАЖДЕНИЯ В ГОРОДЕ КЕМЕРОВО

Многие грибы встречаются не только в естественных фитоценозах, но и в искусственных насаждениях. Достаточно большое количество макромицетов произрастает в городских парках и лесах, санитарно-защитных зонах промышленных предприятий, особенно там, где практически не ведутся работы по уборке территории и не производится санитарных рубок. Одним из таких насаждений являются тополевые посадки на Геологоразведке, на правом берегу реки Искитимки (правый приток реки Томь) Заводского района города Кемерово. Насаждения тополя появились на месте вырубленного березняка около 50 лет назад и в настоящее время подвергаются интенсивной антропогенной нагрузке. Несмотря на то, что топольник находится в черте города, местные жители собирают в нем грибы (сморчки, шампиньоны). Однако видовое разнообразие макромицетов этой территории неизвестно.

Недостаточно также сведений по распространению и видовому составу грибов по городу Кемерово в целом.

Поэтому целью данной работы являлось изучения видового состава макромицетов искусственного тополевого насаждения в районе Геологоразведки города Кемерово.

Материалом для написания настоящей работы послужили результаты маршрутных исследований, проведенных в вегетационный период 2011–2013 годов на территории искусственного тополевого насаждения (топольника), находящегося на Геологоразведке, на правом берегу реки Искитимки (правый приток реки Томь) в Заводском районе города Кемерово.

Тополь был посажен на месте вырубленного березняка, расположенного на правом берегу реки Искитимки в 60-х годах прошлого века. Местное население называет эту территорию

«Искитимский лог». Площадь насаждений составляет около 16 га.

Основной породой, произрастающей на изучаемой территории, является тополь бальзамический – *Populus balsamifera* L. Подлесок хорошо развит, состоит из клена ясенелистного – *Acer negundo* L., яблони ягодной – *Malus baccata* (L.) Borkh., черемухи птичьей – *Padus avium* Mill., малины обыкновенной – *Rubus idaeus* L. Преобладает клен ясенелистный. Местами подлесок не развит. Травостой развит в основном в опушечной части леса вдоль тропинок.

Уровень видового разнообразия макромицетов тополевого насаждения определяется 36 видами, относящимися к 30 родам, 23 семействам, 8 порядкам, 5 подклассам, 3 классам, 2 подотделам, 2 отделам. По видовому разнообразию преобладают грибы из отдела Basidiomycota – 31 вид (86,11 % от общего количества видов). Сумчатые грибы – Ascomycota, насчитывают 5 видов из классов Pezizomycetes и Sordariomycetes. Все базидиальные макромицеты относятся к классу Agaricomycetes.

В ранге порядков отмечено значительное преобладание порядка Agaricales – 19 видов (52,78 %). На их долю приходится более половины видов. Порядок Polyporales насчитывает 6 видов – 16,67 %. Из сумчатых грибов ведущим является порядок Pezizales – 4 вида.

Подавляющее большинство семейств включает в себя по одному виду макромицетов. Таких семейств насчитывается 17. Самые многочисленные семейства – Agaricaceae (4 вида), Polyporaceae (4 вида) и Geastraceae (3 вида). На их долю приходится 30,56 % от общего количества видов.

Самым многочисленным является род *Geastrum* – 3 вида. Подавляющее большинство родов являются одновидовыми, на их долю приходится 69,44 % от общего количества видов. По два вида насчитывают рода *Agaricus*, *Cortinarius*, *Inocybe*, *Trametes* (22,22 %).

По приуроченности к субстрату удалось выявить четыре эколого-трофических группы макромицетов: подстилочные и гумусовые сапротрофы, ксилотрофы, микоризообразователи.

Лидируют грибы из группы ксилотрофов – 15 видов (41,67 %). Гумусовых сапротрофов – 10 видов (27,78 %). На долю микоризообразова-

телей и подстилочных сапротрофов приходится 13,89 % и 16,67 % видов соответственно.

*Paxillus involutus* обнаружена на подстилке и мелких веточках и отнесена к группе ксилотрофов. Однако некоторые исследователи относят ее к микоризообразователям. Л. Н. Васильева [1] указывает, что И. М. Шемаханова экспериментально доказала микоризу у *Paxillus involutus* с сосной.

*Collybia cookei* – Коллибия Кука обнаружена на подстилке из прошлогодних листьев тополя и была отнесена к группе подстилочных сапротрофов. Плодовое тело развивается из склероция. Л. Н. Васильева [1] считает этот вид гумусовым сапротрофом, а Л. В. Гарибова и И. И. Сидорова [2] – микотрофом.

Большинство ксилотрофов относится к афиллофороидным гименомицетам. Есть среди них и агарикоидные гименомицеты: *Pleurotus ostreatus*, *Pluteus sp.*

Распространение макромицетов по шкале Г. Гааса [1] на территории тополевого насаждения отличается частотой и плотностью. Главным показателем является наличие плодовых тел. Треть видов распределена по территории леса неравномерно (27,78 % видов).

У восьми видов (22,22 %) базидиомы и аскомы обнаружены только единично, в одном месте тополевого насаждения. К ним относятся *Agaricus sp.*, *Geopora arenicola*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Polyporus badius*. Два вида – *Ramaria stricta* и *Agaricus xanthoderma* встречаются повсюду. Семь видов – во многих местах.

Согласно шкале общности в тополенике плодовые тела грибов встречаются в основном маленькими группами (у 13 видов) или одиночными экземплярами (у девяти видов). Большие группы либо кольца, ряды формируют плодовые тела 14 видов. Так, например, земляные звезды, птерула, рамария формируют круги, плодовые тела траметеса и бьеркандеры располагаются наподобие черепицы, а лопастник и головач растут одиночно.

Итак, микобиота тополевого насаждения изучена еще не в полной мере. Возможно, при дальнейшем изучении будут обнаружены новые виды.

## Список литературы

1. Васильева Л. Н. Агариковые шляпочные грибы (пор. Agaricales) Приморского края. Л., 1973. 331 с.
2. Гарибова Л. В., Сидорова И. И. Грибы. Энциклопедия природы России. М., 1997. 352 с.

**A. V. Filippova**

*Kemerovo State University, Kemerovo*

*e-mail: sasha1977@ngs.ru*

## MACROMYCETES OF ARTIFICIAL POPLAR PLANTATIONS IN KEMEROVO CITY

**Summary.** In the poplar plantation found 36 species of mushrooms belonging to 30 genera, 23 families, 8 orders, 5 subclasses, 3 classes, 2 sections, 2 sections. In species diversity dominated by fungi of the division Basidiomycota – 31. Records of Ascomycetes have 5 species.

**С. И. Хачева, Р. С. Дбар**

*Институт экологии АН Абхазии*

*г. Сухум, Абхазия*

*e-mail: khacheva2014@yandex.ru*

## ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИЕ ГРУППЫ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ

Республика Абхазия расположена в юго-западной части Большого Кавказа. Абхазия занимает южные склоны Западного Закавказья и северную часть Колхидской низменности, характеризуется особенно резко выраженной вертикальной дифференциацией климатических зон и исключительным разнообразием климатических условий сильно связанных с пересеченным горным рельефом [7]. Растительный покров Абхазии оригинален по флористическому составу, богат по количеству видов и древний по происхождению. Всего в составе растительности Абхазии насчитывается около 2000 видов. Более 150 видов составляют деревья и кустарники, остальные – в основном травянистые растения, из них около 400 видов являются эндемичными [4]. Площадь лесного фонда Абхазии составляет 527 тыс. га. Около 88 % покрытой лесом площади занимают твердые породы деревьев – буковые, пихтовые, каштановые и дубовые леса [1].

С 2009 по 2014 г. проведена инвентаризация видового состава афиллофороидных грибов Республики Абхазия. Исследованы сосновые, широколиственные, каштаново-грабовые и буково-пихтовые лесные экосистемы, высотный диапазон исследований составил от 5 до 1980

м. н. ур. м. Исследования проводились до пояса березового криволесья с субальпийским высокоотравьем, располагающимся в диапазоне высот от 1850 до 1980 м. н. ур. м.

В лесных экосистемах Абхазии выявлено 173 вида, относящихся к 84 родам, 35 семействам, 14 порядкам классов Agaricomycetes, Dacrymycetes, Tremellomycetes, Agaricomycotina (Basidiomycota). Объем порядков, семейств и родов, принятый в данной работе, соответствует 10-му изданию «Словаря грибов Айнсворта и Бисби» [8].

Для анализа эколого-трофической структуры афиллофороидных грибов в нашей работе использована классификация А. Е. Коваленко [3] с некоторыми изменениями. По трофической принадлежности афиллофороидные грибы разделяются на группы сапротрофов, патогенов, факультативных сапротрофов и факультативных паразитов. В свою очередь, группа сапротрофов по состоянию питающего субстрата может быть разделена на более мелкие группы, характеризующиеся размером, структурой и положением субстрата в пространстве [5]. Роль различных экологических групп грибов по отношению к тому или иному субстрату неоднозначна. Патогены ослабляют живые

деревья и, вероятно, способствуют их гибели, сапротрофы же завершают использование лигниноцеллюлозного комплекса, возвращая минеральные вещества в новый круговорот [2]. Растущие деревья способны сопротивляться внедрению грибов-паразитов. Как правило, живые деревья заражаются тем сильнее, чем более они ослаблены в результате воздействия каких-то внешних причин или в следствие естественного старения. Чаще всего по способу питания выделяют две экологические группы грибов, способных к паразитированию: факультативные паразиты и факультативные сапротрофы. Факультативные паразиты растут обычно как сапротрофы, однако при определенных условиях способны переходить на живые деревья. К условиям, способствующим такому переходу, можно отнести наличие на деревьях морозобоин, ослабленного иммунитета, изменения экологических условий и т. д. Факультативные сапротрофы начинают развитие в древесине живого дерева, а после его гибели растут на отмершей древесине, как обычные сапротрофы. Очень часто бывает трудно определить, к какой из этих двух групп необходимо отнести тот или иной гриб, так как в разных местообитаниях один и тот же вид может занимать различные экологические ниши [6].

Абсолютное большинство отмеченных видов (145 видов, 83,8 % от общего числа) представлено сапротрофами на валежной древесине (крупномерные стволы деревьев, отпавшие ветви, мелкий древесный субстрат и т. д.) (табл. 1). Это подтверждает важную биосферную роль афиллофороидных грибов как редуцентов органического вещества, главным обра-

зом, «законсервированного» в недоступной для многих организмов форме лигноцеллюлозных комплексов.

Таблица 1

Распределение видов по типам субстратов

Трофические группы		Количество видов
Сапротрофы	На валежной древесине	145
	На сухостойной древесине	7
	На пнях	7
	На дебрисе (лесная подстилка)	11
Паразиты	Факультативные паразиты	3
	Факультативные сапротрофы	10
Патогены	На живых деревьях	6

К патогенам относятся *Phellinus chrysoloma*, *Ph. igniarius*, *Ph. hartigii*, *Laetiporus sulphureus*, *Inonotus dryadeus*, *Fistulina hepatica*. Причем эти виды при ослаблении древостоя проявляют факультативные свойства. К факультативным сапротрофам также относятся *Climacodon pulcherrimus*, *Fomitopsis pinicola*, *Chondrostereum purpureum*, *Ganoderma lipsiens*. К факультативным паразитам, способным к росту на древесине живых деревьев, относятся *Fomes fomentarius*, *Ganoderma lucidum*, *Ischnoderma benzoinum*.

Таким образом, афиллофороидные грибы занимают разнообразные экологические ниши, однако их основной функцией в лесных экосистемах является активная деструкция отмершей древесины.

### Список литературы

1. Бебия С. М. Лес и охрана окружающей среды на современном этапе природопользования // Природа и мы. Сухум: Изд-во «Алашара», 1986. С. 42–46.
2. Бурова Л. Г. Экология грибов – макромицетов. М.: Наука, 1986. 222 с.
3. Коваленко А. Е. Экологический обзор грибов из порядка Polyporales s. str., Boletales, Agaricales s. str., Russulales в горных лесах центральной части Северо-Западного Кавказа // Микология и фитопатология. 1980. Т. 14, вып. 4. С. 300–314.
4. Колаковский А. А. Растительный мир Колхиды. М.: МГУ, 1961. 459 с.
5. Лосицкая В. М. Афиллофоровые грибы Республики Карелия : дисс. ... канд. биол. наук. СПб., 1999. 213 с.
6. Ставищенко И. В., Залесов С. В. Флора и фауна природного парка «Самаровский чугас». Ксилотрофные базидиальные грибы. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 104 с.
7. Эжба Я. А., Дбар Р. С. Экологическая климатология и природные ландшафты Абхазии. Сочи: «Папирус-М-Дизайн», 2007. 324 с.

S. I. Khacheva, R. S. Dbar

*Institute Ecology Academy of Sciences Abkhazia, Abkhazia  
Republic, Sukhum  
e-mail: khacheva2014@yandex.ru*

## APHYLLOPHOROID FUNGI TROPIC GROUPS OF FOREST ECOSYSTEMS IN THE REPUBLIC OF ABKHAZIA

**Summary.** This article discusses the ecological and trophic groups aphylloroid fungi Republic of Abkhazia. According to the trophic confinement aphylloroid fungi forest ecosystems Abkhazia are 7 groups. The same kind of counted repeatedly

for different groups. In forest ecosystems, leading fungi saprotrophic complex, are carrying destruction of wood in all its stages. The greatest number of species (83.8 %) belongs to saprotrophic on dead wood.

Ю. Р. Химич<sup>1</sup>, И. В. Змитрович<sup>2</sup>,  
А. В. Руоколайнен<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН  
г. Апатиты, Россия*

<sup>2</sup>*Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup>*Институт леса КарНЦ РАН  
г. Петрозаводск, Россия*

*e-mail: ukhim@inbox.ru, IZmitrovich@binran.ru,  
aruokolainen@mail.ru*

## АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК»: ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ\*

Несмотря на то, что история микологических исследований в Мурманской области насчитывает более 100 лет [2], сведения о разнообразии грибов оставались фрагментарными. Целенаправленные работы по изучению макромицетов были развернуты в начале 2000-х гг., правда, в основном уделялось внимание афиллофороидным грибам ООПТ [1].

Самым небольшим по площади и молодым по времени создания в Мурманской области является заповедник «Пасвик», который располагается в практически недоступной для специалистов-микологов приграничной с Норвегией зоне на северо-западе региона. На территории резервата представлены сосновые леса, находящиеся на северной границе распространения, которые занимают около 90 % лесопокрытой площади; березняки составляют почти 10 %. Еловые насаждения, по сути, отсутствуют, на

территории заповедника представлено лишь несколько куртин, а осина в основном произрастает как примесь в сосновых и березовых лесах [6].

Долгое время единственными источниками информации о микобиоте заповедника были летописи природы, где упоминалось не более десятка афиллофороидных грибов [5]. В 2008–2009 гг. были проведены комплексные микологические исследования сотрудниками Института леса КарНЦ РАН В. И. Крутовым и А. В. Руоколайнен (г. Петрозаводск). В 2009 г. также были осуществлены полевые работы сотрудником Института проблем промышленной экологии Севера КарНЦ РАН Ю. Р. Химич (г. Апатиты). По результатам этих исследований был составлен первый список афиллофороидных грибов заповедника «Пасвик», насчитывающий 83 вида [3, 7].



В настоящее время обработаны сборы Ю. Р. Химич 2012 г. и единичные образцы, представленные другими специалистами (Е. А. Боровичевым, Г. П. Урбанавичюсом), а также ревизованы образцы прошлых лет, хранящиеся в гербарии (ИНЕР) института проблем промышленной экологии Севера КарНЦ РАН.

В результате этих исследований выявлено 47 новых для заповедника видов, из них 18 впервые отмечены в Мурманской области. Следует подчеркнуть, что микобиота региона остается еще слабо изученной и многие находки были вполне ожидаемы. Однако зарегистрированы виды грибов, которые пока не были встречены на территории Республики Карелия [4]: *Antrodiella onychoides* (Egeland) Niemelä, *Ceriporiopsis consobrina* (Bres.) Ryvarden (= *C. balaenae* Niemelä), *Hyphoderma medioburiense* (Burt) Donk, *Paulliticium ansatum* Libert, *Peniophora nuda* (Fr.) Bres., *Postia parva* (Renvall) Renvall, *Tubulicrinis medius* (Bourdot et Galzin) Oberw.

Помимо обнаружения новых находок, ряд видов был исключен из состава микобиоты за-

поведника «Пасвик»: *Albatrellus confluens* (Alb. et Schwein.) Kotl. et Pouzar, *A. ovinus* (Schaeff.) Kotl. et Pouzar, *Corticium boreoroseum* Boidin et Lanq., *Hydnellum caeruleum* (Hornem.) P. Karst., *Leucogyrophana romellii* (Fr.) Ginns, *Phellinus viticola* (Schwein.) Donk, *Ramaria aurea* (Schaeff.) Quél., *Tomentella radiosa* (P. Karst.) Rick.

С учетом обработки всех доступных материалов биота афиллофороидных грибов заповедника «Пасвик» на данный момент насчитывает 124 вида. Субстратные предпочтения выявленных видов выглядят следующим образом: на древесине сосны, как основной лесообразующей породе – 58 видов, на древесине ели – всего 9, довольно большое число ксилотрофов отмечено на березе (37) и иве (32).

В заключение необходимо отметить, что наиболее перспективным представляется проведение микологических исследований в лесных насаждениях с участием ивы и осины. Это связано с тем, что многие новые для Мурманской области виды афиллофороидных грибов были зарегистрированы на древесине именно этих пород.

#### Список литературы

1. Исаева Л. Г., Берлина Н. Г. Афиллофоровые грибы Лапландского биосферного заповедника // Проблемы лесной фитопатологии и микологии : материалы 5-й междунар. конф. М., 2002. С. 112–117.
2. Исаева Л. Г., Химич Ю. Р. Каталог афиллофороидных грибов Мурманской области. Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 2011. 68 с.
3. Крутов В. И., Руоколайнен А. В., Коткова В. М., Исаева Л. Г., Химич Ю. Р. Афиллофоровые грибы ООПТ Российской части Зеленого пояса Фенноскандии // Грибные сообщества в лесных экосистемах : в 3-х т. Т. 3. М., Петрозаводск: Карел. НЦ РАН, 2012. С. 117–146.
4. Крутов В. И., Шубин В. И., Предтеченская О. О., Руоколайнен А. В., Коткова В. М., Полевой А. В., Хумула А. Э., Яковлев Е. Б. Грибы и насекомые – консорты лесообразующих древесных пород Карелии. Петрозаводск: Карел. НЦ РАН, 2014. 216 с.
5. Летопись природы заповедника «Пасвик». Книга четвертая, 1997 год. Мурманск, 1999. 190 с.
6. Отчет по лесоустройству Государственного природного заповедника «Пасвик» Федеральной службы по надзору в сфере природопользования МПР РФ : пояснит. записка. СПб., 2007.
7. Руоколайнен А. В., Крутов В. И., Химич Ю. Р. Афиллофоровые и фитопатогенные макро- и микромицеты лесов заповедника «Пасвик» (Мурманская область) // Труды Карельского НЦ РАН. Сер. Биогеогр. 2011. Вып. 12. № 2. С. 29–34.

Yu.R. Khimich<sup>1</sup>, I.V. Zmitrovich<sup>2</sup>, A.V. Ruokolainen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of the Industrial Ecology Problems of the North KolSC RAS, Apatity

<sup>2</sup>Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg

<sup>3</sup>Forest Research Institute KarRC RAS, Petrozavodsk  
e-mail: aruokolainen@mail.ru, ukhim@inbox.ru, IZmitrovich@binran.ru

## APHYLLOPHOROID FUNGI OF «PASVIK» STATE RESERVE: HISTORY OF RESEARCH AND THE CURRENT STATE

**Summary.** As a result of mycological studies of the Pasvik State Nature Reserve (Pasvik Reserve) located in the north-west part of Murmansk Region on the border of the Russian Federation and Norway 124 species of aphylloroid fungi are recorded. Eighteen species are recorded for the first time for the Murmansk Region. Eight species [*Albatrellus confluens* (Alb. et Schwein.) Kotl. et Pou-

zar, *A. ovinus* (Schaeff.) Kotl. et Pouzar, *Corticium boreoroseum* Boidin et Lanq., *Hydnellum caeruleum* (Hornem.) P. Karst., *Leucogyrophana romellii* (Fr.) Ginns, *Phellinus viticola* (Schwein.) Donk, *Ramaria aurea* (Schaeff.) Quél., *Tomentella radiosa* (P. Karst.) Rick] were excluded from biota aphylloroid fungi of the Pasvik Reserve.

Б. П. Чураков<sup>1</sup>, Э. С. Хусейн<sup>2</sup>, Ф. Сельчук<sup>2</sup>,  
К. Е. Корнилин<sup>1</sup>, Т. А. Романова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ульяновский государственный университет  
г. Ульяновск, Россия

<sup>2</sup>Ахи Евран университет  
г. Киршехир, Турция

e-mail: churakovbp@yandex.ru, ehuseyin@ahievran.edu.tr

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ КОНСПЕКТ БИОТЫ МИКРОМИЦЕТОВ ЛЕСОВ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время проблема сохранения биоразнообразия живых организмов на нашей планете является одной из важнейших проблем биологии и экологии. Большое значение в решении этой проблемы имеет изучение видового состава, описание новых и регистрация исчезнувших или стоящих на грани исчезновения видов живых организмов в отдельных регионах нашей планеты. Не является исключением в этом отношении и изучение микобиоты. Исследований микроскопических грибов, развивающихся на деревьях кустарниках в Ульяновской области, проводилось мало [1–3] и до полной инвентаризации их на данной территории довольно далеко.

В Ульяновской области микроскопические грибы собирались в лесах левого и правого берегов р. Волги. Приведенный ниже список собранных микромицетов является результатом

одного, 2013-го года, наблюдений, и в дальнейшем этот список будет расширяться.

Список микроскопических грибов деревьев и кустарников лесов Ульяновской области.

1. *Parasclerophoma quercus* (Lambotte) Petr. на желудях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.

2. *Diplodia malorum* Fuckel – на мертвых ветвях кизильника черноплодного – *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex A. Blytt

3. *Diplodia rubi* Fr. – на мертвой древесине кустов малины обыкновенной – *Rubus idaeus* L.

4. *Macrophoma nervicola* Ellis & Everh. – на желудях дуба обыкновенного – *Quercus robur* L.

5. *Microdiplodia asterigmatica* (Vestergr.) Tassi – на мертвых ветвях рябины обыкновенной – *Sorbus aucuparia* L.

6. *Microdiplodia sambuci* Politis – на мертвых ветвях бузины обыкновенной – *Sambucus racemosa* L.

7. *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton – на мертвых ветвях ели обыкновенной – *Picea abies* (L.) Karst.
8. *Cucurbitaria cingarus* Schulzer & Sacc. – на мертвой древесине кустов лещины обыкновенной – *Corylus avellana* L.
9. *Berkleasmiium dudkae* E. Hüseyin & F. Selçuk – на мертвых ветвях жостера слабительного – *Rhamnus catharticus* L.
10. *Phoma ebuli* Sacc. & Schulzer – на мертвых ветвях бузины обыкновенной – *Sambucus racemosa* L.
11. *Phoma foetida* Brunaud – на мертвых ветвях бузины обыкновенной – *Sambucus racemosa* L.
12. *Phoma leucospila* Pass. – на мертвых ветвях рябины обыкновенной – *Sorbus aucuparia* L.
13. *Phoma mixta* Berk. & M. A. Curtis – на мертвых ветвях раkitника русского – *Cytisus rurhenicus* Fisch.
14. *Phoma sambucicola* P. Karst. – на мертвых ветвях бузины обыкновенной – *Sambucus racemosa* L.
15. *Phoma trigonaspidis* Trotter – на желудях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
16. *Pyrenochaeta cava* (Schulzer) Gruyter, Aveskamp & Verkley – на мертвых ветвях кизильника черноплодного – *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. Ex A. Blytt
17. *Leptosphaeria doliolum* (Pers.) Ces. & De Not. – на мертвой древесине кустов малины обыкновенной – *Rubus idaeus* L.
18. *Platystomum populinae* Gucevič – на древесине осины – *Populus tremula* L.
19. *Aposphaeria protea* Peyronel – на древесине дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
20. *Hendersonia torminalis* Sacc. – на мертвых ветвях рябины обыкновенной – *Sorbus aucuparia* L.
21. *Hendersonia vagans* Fuckel – на мертвых ветвях бузины обыкновенной – *Sambucus racemosa* L.
22. *Stictis radiata* (L.) Pers. – на мертвых ветвях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
23. *Colpoma quercinum* (Pers.) Wallr. – на мертвых ветвях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
24. *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall. – на хвое сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* L.
25. *Nitschkia cupularis* (Pers.) P. Karst. – на мертвой древесине кустов малины обыкновенной – *Rubus idaeus* L.
26. *Trichoderma viride* Pers. – на древесине дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
27. *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. – на мертвых ветвях рябины обыкновенной – *Sorbus aucuparia* L. и липы мелколистной – *Tilia cordata* L.
28. *Neonectria coccinea* (Pers.) Rossman & Samuels – на мертвых ветвях березы повислой – *Betula pendula* L.
29. *Tubercularia nigricans* (Bull.) Link – на мертвых ветвях бузины обыкновенной – *Sambucus racemosa* L.
30. *Melomastia popuschoji* Frolov – на мертвых ветвях рябины обыкновенной – *Sorbus aucuparia* L.
31. *Zignoëlla populicola* (P. Crouan & H. Crouan) Sacc. – на древесине осины *Populus tremula* L.
32. *Amphiportha hranicensis* (Petr.) Petr. – на мертвых ветвях липы мелколистной – *Tilia cordata* L.
33. *Amphiportha leiphaemia* (Fr.) Butin – на мертвых ветвях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
34. *Cytospora rubi* Schwein. – на мертвой древесине кустов малины обыкновенной – *Rubus idaeus* L.
35. *Cytospora quercella* Brunaud – на мертвых ветвях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
36. *Cytospora sambuci* Died. – на мертвых ветвях бузины обыкновенной – *Sambucus racemosa* L.
37. *Colletotrichum elaeagni* Siemaszko – на плодах лоха узколистного – *Elaeagnus angustifolia* L.
38. *Ceratospaeria pusilla* (Fuckel) Sacc. – на мертвых ветвях лещины обыкновенной – *Corylus avellana* L.
39. *Dyatrype disciformis* (Hoffm.) Fr. – на мертвых ветвях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
40. *Diatrypella decorata* Nitschke – на мертвых ветвях дуба черешчатого – *Quercus robur* L. и березы повислой – *Betula pendula* L.
41. *Diatrypella guceviczii* Gleze – на мертвых ветвях лещины обыкновенной – *Corylus avellana* L.
42. *Diatrypella melaena* Nitschke – на мертвых ветвях березы повислой – *Betula pendula* L.

43. *Diatrypella quercina* (Pers.) Cooke – на мертвых ветвях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
44. *Libertella punicea* Hoffm. – на мертвых ветвях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
45. *Pseudomassaria chondrospora* (Ces.) Jacz. – на мертвых ветвях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
46. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lind.) de Bary – на желудях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
47. *Ciboria batschiana* (Zopf.) N. F. Buchw. – на желудях дуба черешчатого (мумификация желудей) – *Quercus robur* L.
48. *Erysiphe adunca* (Wallr.) Fr. – на живых листьях клена остролистного – *Acer platanoides* L., козьей – *Salix caprea* L., ивы белой *Salix alba* L.
49. *Erysiphe ornate* (U. Braun) U. Braun & Takam – на живых листьях березы повислой – *Betula pendula* L.
50. *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr. – на живых листьях клена остролистного – *Acer platanoides* L.
51. *Mycocentrospora acerina* (R. Hartig) Deighton – на живых листьях клена остролистного – *Acer platanoides* L.
52. *Melampsorium betulinum* (Pers.) Kleb. – на живых листьях березы повислой – *Betula pendula* L.
53. *Mycosphaerella millegrana* (Cooke) J. Schrot. – на живых листьях липы мелколистной – *Tilia cordata* L.
54. *Capnodium salicinum* Mont. – на живых листьях липы мелколистной – *Tilia cordata* L., лещины обыкновенной – *Corylus avellana* L., жостера слабительного – *Ramnus catharicus* L., бересклет бородавчатый – *Euonymus verrucosa* Scop.
55. *Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst. – на живых листьях осины – *Populus tremula* L.
56. *Marssonina populi* (Lib.) Magnus. – на живых листьях тополя бальзамического – *Populus balsamifera* L.
57. *Mycosphaerella populi* (Auersw.) Schrot. – на живых листьях тополя бальзамического – *Populus balsamifera* L.
58. *Erysiphe alphitoides* U. Braun & Takam – на живых листьях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
59. *Podosphaera clandestina* (Wallr.) Lev. – на живых листьях боярышника кроваво-красного – *Crataegus sanguinea* Pall.
60. *Erysiphe corylicola* U. Braun & S. Takam – на живых листьях лещины обыкновенной – *Corylus avellana* L.
61. *Venturia chlorospora* (Ces.) P. Karst. – на живых листьях ивы козьей – *Salix caprea* L.
62. *Melampsora evonymi-capraearum* Kleb. – на живых листьях ивы козьей – *Salix caprea* L.
63. *Polystigma fulvum* Pers. ex DC. – на живых листьях черемухи обыкновенной *Padus racemosa* (Lam.) Gilib.
64. *Phragmidium tuberculatum* Jul. Müll. – на живых листьях шиповника собачьего – *Rosa canina* L.
65. *Phacidium infestans* P. Karst. – на хвое сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* L.
66. *Chaetomium globosum* Kunze – на желудях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
67. *Penicillium aurantiogriseum* Dierckx. – на желудях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
68. *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. – на желудях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
69. *Talaromyces luteus* C. R. Benj. – на крылатках клена остролистного – *Acer platanoides* L.
70. *Atopospora betulina* (Fr.) Petr. – на живых листьях березы повислой – *Betula pendula* L.
71. *Septoria quercina* Desm. – на живых листьях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
72. *Phomopsis quercus* Sacc. & Sped. – на живых листьях дуба черешчатого – *Quercus robur* L.
73. *Venturia tremula* Aderh. – на живых листьях осины – *Populus tremula* L.
74. *Titaesporina tremula* (Lib.) Luijk. – на живых листьях осины – *Populus tremula* L.
75. *Marssonina kriegiana* (Bres.) Magnus – на живых листьях ивы белой *Salix alba* L.
76. *Puccinia coronata* Corda – на живых листьях жостера слабительного – *Ramnus catharicus*.
77. *Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lev. – на хвое сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* L.

На деревьях и кустарниках лесов Ульяновской области обнаружено 77 видов микроскопических грибов, из которых 70 видов относятся к отряду Ascomycota и 7 видов – к отряду Basidiomycota. Наибольшим количеством видов среди сумчатых грибов представлены по-

рядки Botryosphaeriales (6), Pleosporales (15), Erysiphales (5), Diaporales (5), Xylariales (7); из базидиальных грибов – порядок Pucciniales (6 видов). По питающим субстратам микроми-

цеты распределились следующим образом: на мертвых ветвях 31, на древесине стволов 9, на плодах 10 и на хвое сосны 3 вида.

#### Список литературы

1. Чураков Б. П., Романова Т. А., Корнилин К. Е. Микроскопические грибы, развивающиеся на дубе черешчатом в дубравах Ульяновской области // Ульянов. мед.-биол. журнал. 2013. № 2. С. 91–96.
2. Чураков Б. П., Митрофанова Н. А., Корнилин К. Е., Романова Т. А. Микромицеты лесов Кандалинского и Кузоватовского лесничеств Ульяновской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16. № 1. С. 896–899.
3. Hüseyin E. S., Selcuk F., Churakov B. P. A new species of *Berkleasmiium* from Ulyanovsk, Russia // Mycosphere. 2014. Vol. 5 (3). P. 463–467.

Н. В. Шахова, Н. В. Псурцева

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: shakhova-11@yandex.ru

### СКИНИНГ ГРИБОВ БЕЛОЙ ГНИЛИ, ОБЛАДАЮЩИХ ТЕРМОТОЛЕРАНТНЫМИ И КИСЛОТОУСТОЙЧИВЫМИ СВОЙСТВАМИ\*

Выявление морфо-физиологических и биохимических закономерностей, определяющих адаптационный потенциал ксилобионтных базидиомицетов по отношению к действию ряда важнейших абиотических факторов (температура, кислотность и состав субстрата) позволяет не только прогнозировать сукцессионные изменения в природных экосистемах, бороться с опасными патогенами леса, но и использовать культуры грибов в прикладных целях как продуценты широкого спектра ферментов и биологически активных веществ. Грибы белой гнили являются приоритетной группой организмов, синтезирующих оксидоредуктазы – ферменты, широко используемые в технологических процессах, где термотолерантность и кислотоустойчивость продуцентов имеют решающее значение [1–4, 6]. Целью настоящего исследования являлось выявление штаммов грибов белой гнили из Коллекции культур базидиомицетов БИН РАН (LE-BIN), обладающих термотолерантными и кислотоустойчивыми свойствами, и определение верхнего температурного предела и нижнего предела кислотности среды для этих штаммов. В условиях повышенных температур (30, 40 и 45 °С) изучен рост 54 штаммов ксилобионтных базидиоми-

цетов из различных таксономических групп, отобранных на основании проведенного ранее широкого скрининга коллекции LE-BIN на активность оксидоредуктаз, предположительно, обладающих высоким лигнолитическим потенциалом или выделенных в теплых климатических зонах, в том числе из родов *Abortiporus*, *Cerrena*, *Daedaleopsis*, *Fomes*, *Irpicondon*, *Junghuhnia*, *Lenzites*, *Mycorrhaphium*, *Polyporus*, *Steccherinum*, *Trametes* и некоторых других. Штаммы с термотолерантными свойствами были изучены при выращивании в условиях пониженной кислотности среды (рН = 4,0). В работе использовали водные агаризованные среды следующего состава (г/л): положительный контроль – глюкоза 10,0; отрицательный контроль – «голодный» агар 20; среда № 1 – кукурузный лигноцеллюлозный субстрат 10; среда № 2 – стойкий кукурузный лигноцеллюлозный субстрат 10; концентрация агара во всех средах 20; рН = 5,5. Посев штаммов проводили мицелиальными дисками d 6 мм, помещая их на край чашки мицелием вниз. Культивирование проводили в термостате при разных температурах, в темноте. Через каждые два 2 дня измеряли радиус колонии (в мм) до полного зарастания чашки (до 4 недель роста). Активность окислительных

© Шахова Н. В., Псурцева Н. В., 2015

ферментов оценивали качественным экспресс-методом с использованием синрингалдазина и гваякола [5]. Все опыты проведены в трех повторностях.

Результаты исследования показали, что при рН среды 5,5 штаммы всех вовлеченных в эксперимент видов росли на использованных средах при 30 °С. Наиболее активный рост продемонстрировал штамм *Abortiporus biennis* 1130, освоивший оба лигноцеллюлозных субстрата наравне с положительным контролем ( $R = 60,0 \pm 0$  мм) за 5 сут. Другой штамм *A. biennis* 055 в пол. контроле и на среде № 1 показал такую же скорость роста, но на среде № 2 рос медленнее (5 сут. –  $R = 44,5 \pm 1,5$  мм). Ряд штаммов, в том числе *Coriolopsis caperata* 0677, *Lenzites betulina* 2047, *Polyporus ciliatus* 0626, *Trametes pubescens* 2287, *Russulorhizus sanguineus* 2793 рос чуть медленнее – полное зарастание чашек произошло за 7 сут. Наиболее медленным ростом на исследуемых субстратах обладали *Antrodia faginea* 1998 (18 сут. –  $R = 13,0 \pm 0$  мм на среде № 1 и  $8,8 \pm 1,6$  на среде № 2), *Steccherinum bourdotii* 2738 (21 сут. –  $R = 28,7 \pm 0,7$  мм на среде № 1 и  $25,5 \pm 1,8$  на среде № 2) и *Steccherinum murashkinskyi* 2624 (26 сут. –  $R = 60,0 \pm 8,0$  мм на среде № 1 и  $29,0 \pm 1,7$  на среде № 2). На основании проведенного скрининга при температуре 30 °С, было отобрано 11 штаммов с наилучшими показателя-

ми скорости роста на лигноцеллюлозных субстратах, которые подвергли выращиванию на тех же средах при температуре 40 °С. Результаты представлены в табл. 1.

Как показано в данных таблицы, более половины исследуемых штаммов обладали способностью к росту на исследованных субстратах при температуре 40 °С. Наилучшие результаты роста показали штаммы *Trametes trogii* 2743, *Trametes versicolor* 2790 и *Russulorhizus sanguineus* 2793. Однако штамм 2790 продемонстрировал лучшую скорость роста на среде № 1, освоив субстрат за 7 сут., а 2793 – на среде № 2 за 5 сут. Штамм 2743 обладал одинаковой скоростью роста на всех исследованных средах, освоив субстрат за 10 сут.

Пять штаммов (*Abortiporus biennis* 055, *Polyporus ciliatus* 0626, *Trametes trogii* 2743, *Trametes versicolor* 2790 и *Russulorhizus sanguineus* 2793), проявившие термотолерантные свойства, были отобраны для дальнейшего изучения их роста и окислительного потенциала при культивировании на средах с пониженной кислотностью (рН = 4,0) при 40 °С. Было установлено, что все штаммы на средах с рН = 4,0 росли на уровне контроля (рН = 5,5). В Результаты «спот-теста» показали, что штамм 055 обладал низкой активностью окислительных ферментов при медленной скорости роста.

Таблица 1

Рост отобранных штаммов базидиомицетов на лигноцеллюлозных субстратах при 40 °С

Вид/ штамм	рост (сут.)	Радиус колоний (mm)			
		Отр. контроль	Пол. контроль	Среда №1	Среда №2
<i>Abortiporus biennis</i> 055	14	$30,5 \pm 3,5$	$24,8 \pm 2,2$	$23,8 \pm 0,88$	$23,3 \pm 3,1$
<i>Abortiporus biennis</i> 1130	14	н/р*	н/р	н/р	н/р
<i>Coriolopsis caperata</i> 0677	14	н/р	н/р	н/р	н/р
<i>Daedaleopsis confragosa</i> 2284	14	н/р	н/р	н/р	н/р
<i>Lentinus tigrinus</i> 2125	14	$14,2 \pm 0,83$	$10,8 \pm 4,25$	$11,5 \pm 0,5$	$6,2 \pm 0,6$
<i>Melanotus</i> sp. 2-12	14	н/р	н/р	н/р	н/р
<i>Oxyporus phellodendii</i> 2823	14	$4,0 \pm 0,5$	н/р	$3,33 \pm 0,6$	н/р
<i>Polyporus ciliatus</i> 0626	12	$34,0 \pm 8,0$	$22,8 \pm 9,3$	$60,0 \pm 0$	$41,0 \pm 1,0$
<i>Trametes trogii</i> 2743	10	$60,0 \pm 0$	$60,0 \pm 0$	$60,0 \pm 0$	$60,0 \pm 0$
<i>Trametes versicolor</i> 2790	7	$37,0 \pm 1,0$	$35,7 \pm 2,2$	$60,0 \pm 11,0$	$25,5 \pm 1,5$
<i>Russulorhizus sanguineus</i> 2793	5	$32,2 \pm 1,7$	$40,5 \pm 3,5$	$27,3 \pm 1,7$	$60,0 \pm 0$

Примечание: \*н/р – нет роста.

Штаммы 0626 и 2743 продемонстрировали слабopоложительную активность оксидоредуктаз при относительно высокой скорости роста (полное заращение чашек Петри мицелием за 14 сут. у *Trametes trogii* на всех вариантах сред и *Polyporus ciliatus* на среде № 1). Штамм *Trametes versicolor* 2790 обладал относительно высокой как скоростью роста (14 сут.), так и способностью к окислению стрингалдазина и гваякола при культивировании при температуре 40 °С в кислой среде. *Pycnoporus sanquineus* 2793 показал наилучшие результаты и по скорости роста

в заданных условиях (освоение среды № 2 за 7 сут., среды № 1 – за 14 сут.), и по активности оксидоредуктаз.

Таким образом, в результате проведенной работы был выявлен перспективный для практического использования штамм *Pycnoporus sanquineus* 2793 с высоким окислительным потенциалом, способный быстро расти на труднодеградируемых лигноцеллюлозных субстратах и обладающий термотолерантными и кислотоустойчивыми свойствами.

### Список литературы

1. 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.
2. Мясоедова Н. М., Черных А. М., Псурицева Н. В., Белова Н. В., Головлева Л. А. Новые эффективные продуценты грибных лакказ // Прикладная биохимия и микробиология. 2008. Т. 44, № 1. С. 84–89.
3. Chairattanamakorn P., Imai T., Kondo R., Ukita M., Prasertsan P. Screening thermotolerant white-rot fungi for decolorization of wastewaters // Applied Biochemistry and Biotechnology. 2006. Vol. 128. P. 195–204.
4. Hilden K., Hakala T. K., Lundell T. Thermotolerant and thermostable laccases (Review) // Biotechnological Letters. 2009. Vol. 31. P. 1117–1128.
5. Marr C. D. Laccase and tyrosinase oxidation of spot test reagents // Mycotaxon. 1979. Vol. 9, № 1. P. 244–276.
6. Prasongsuk S., Lotrakul P., Imai T., Punnapayak H. Decolorization of pulp mill wastewater using thermotolerant white rot fungi // Science Asia. 2009. Vol. 35. P. 37–41.

N. V. Shakhova, N. V. Psurtseva

Komarov Botanical Institute RAS, St Petersburg  
E-mail: shakhova-11@yandex.ru

### SCREENING FOR THERMOTOLERANT AND ACID RESISTANT WHITE-ROT FUNGI

**Summary.** 54 strains of lignotroph fungi from the Komarov Botanical Institute Basidiomycetes Culture Collection, were studied on special hard degraded lignocellulosic substrates (media № 1 and № 2) at various temperatures (30, 40, 45 °C) and pH 5.5 and 4.0. All studied strains could grow at 30 °C but only 11 strains revealed good growth on the substrates and were selected for cultivation at 40 °C. As a result 5 strains were chosen for further study on the lignocellulosic substrates with pH

4.0 at 40 °C for activity of oxidoreductases – *Abortiporus biennis* 055, *Polyporus ciliatus* 0626, *Trametes trogii* 2743, *Trametes versicolor* 2790 and *Pycnoporus sanquineus* 2793. It was shown that only *Pycnoporus sanquineus* 2793 rather high activity of oxidoreductases. This strain demonstrated thermotolerant and acid resistant properties together with high growth rate on hard degraded lignocellulosic substrates and can be recommended for practical use.

## БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СООБЩЕСТВ АФИЛЛОФОРОВЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ: ПРИМЕРЫ НЕОДНОРОДНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ МАСШТАБАХ

Разнообразие и пространственная структура биоты, включая ее грибной компонент, детерминированы природно-климатическими факторами, а также масштабом рассматриваемой территории [4]. Лучше всего выявлены закономерности изменений микокомплексов в зональном градиенте: установлены «характерные» (крупнейшие) роды, головные участки базовых таксономических спектров, преобладающие жизненные формы [1–3]. Однако эти параметры преимущественно выявлены в регионах, расположенных в приморском и субконтинентальном климате. Цель данного исследования – показать, что выводы, полученные, например, для приморских регионов, нельзя прямо экстраполировать на регионы с отличными климатическими чертами (например, на ультраконтинентальные), и наоборот. Также результаты существенно варьируют при рассмотрении проблемы в различных пространственных масштабах.

Широтные исследования проведены на уральской трансекте, где показатели таксономической и морфологической структуры микобиоты соответствуют аналогичным для европейской части [3]. Здесь представлены 11 зональных микокомплексов типичных для Северной Евразии, протянувшихся от арктических пустынь Новой Земли до степей и пустынь Мугоджар. Долготные изменения изучены в таежной зоне, покрывающей порядка 60 % территории России. В градиенте континентальности исследован микокомплекс средней тайги (наиболее типичной «таежной» подзоны), протянувшийся от ультраконтинентальной Якутии до приморских районов Фенноскандии (включая 6 долготных микокомплексов). Каждый широтный и долготный микокомплекс в среднем соответствует площади 100 000 км<sup>2</sup>.

Традиционно, доказательство приуроченности таксона (в работе принят родовой уро-

вень) к широтно-зональному элементу проводится двумя способами: 1) по изменению доли рода на широтной трансекте в отдельной природной зоне от общего видового богатства этого рода на трансекте [1, 2]; 2) преобладание рода в природной зоне от общего числа видов в мире [5]. Следуя этой логике, 16 крупнейших родов (BG) в средней тайге Урала (1,5 % от числа видов в подзоне и более; 12–32 вида) могут быть разделены на 3 группы: включающие 50 % и более от мирового видового богатства рода (*Typhula*, *Hyphodontia* s.l., *Postia* s.l., *Phlebia*, *Tubulicrinis*, *Skeletocutis*, *Polyporus*), 50–25 % (*Antrodia* s.l., *Clavaria* s.str., *Tomentella*, *Trechispora*) и меньше 25 % (*Botryobasidium*, *Hyphoderma*, *Phellinus* s.l., *Peniophora*, *Ramaria*).

Однако показатели, выявленные для Урала, нельзя полностью экстраполировать на другие секторальные аналоги. С ростом континентальности в 1,5–2 раза снижается видовое богатство и видовая насыщенность рода (табл. 1), в 1,5–2 раза возрастает доля группы крупнейших родов и морфологический индекс (Cl/Co, как соотношение видов клавариоидных двух форм роста: с простыми (Cl) и разветвленными (Co) плодовыми телами). На 5 % возрастает доля клавариоидных и кортициоидных видов, и на ту же величину снижается доля пороидных. Уровень этих изменений существенен и во многом схож с аналогичными для широтной трансекты в пределах всей лесной зоны страны [2, 3].

Не менее выражены изменения и при разных масштабах исследования. Так, площадь всей среднетаежной подзоны Евразии составляет порядка 1 000 000 км<sup>2</sup>, а уральского среднетаежного сектора – 100 000 км<sup>2</sup> и далее этот сектор рассматривается в более мелких пространственных масштабах. Со снижением площади (на 10 порядков, с 1 000 000 до 0,001 км<sup>2</sup>) соответствующих микокомплексов в 13 раз



снижается видовое богатство и в 3 раза снижается видовая насыщенность рода, в 1,5–3 раза возрастает доля группы крупнейших родов и морфологический индекс (табл. 2). На 20 % возрастает доля клавариоидной жизненной формы. По многим параметрам уровень этих изменений даже более выражен по сравнению с долготным и широтным градиентом. В целом, как и для многих других групп организмов [4], для исследуемой группы макромицетов выявлена положительная линейная зависимость между площадью исследования и видовым богатством [log-log] ( $R^2 = 0.99$ ;  $y = 0,12x + 2,23$ ).

На уровне родов также установлено сходство пространственных изменений с ростом континентальности и уменьшением масштаба исследования. Так, в головной части таксономического спектра в обоих градиентах наибо-

лее существенно возрастает доля рода *Typhula* (табл. 3). Это в совокупности с максимальной долей рода в таежной микобиоте от общего числа видов рода в мире, а также максимальной долей рода (3.9 %) в среднетаежном микоконплексе среди всех других афиллофоровых родов, несомненно, делает его важнейшим «индикатором» таежной микобиоты. Также с ростом континентальности и снижением площади возрастают доли родов *Hyphodontia* s.l., *Phlebia*, *Postia*, *Tubulicrinis*, тогда как доли родов *Hyphoderma*, *Trechispora*, *Skeletocutis* снижаются. Позиции *Clavaria*, *Antrodia*, *Ramaria* не меняются. При этом в ультраконтинентальном (восточносибирском) секторе изменяются позиции не только вышеперечисленных родов, но в группу лидеров входят «южные» роды *Trametes*, *Steccherinum*, *Clavariadelphus*, *Ramariopsis*,

Таблица 1

Изменение параметров разнообразия среднетаежной биоты афиллофоровых грибов вдоль градиента континентальности (по секторальным микоконплексам, 100 000 км<sup>2</sup>)

Сектор	Индекс континентальности	Число видов, шт.	Видовая насыщенность рода	Доля крупнейших родов, %	Доля жизненных форм, %			Морфологический индекс (CI/Co)
					кортициоидные	пороидные	клавариоидные	
Среднеевропейский	23	635	3,7	31,8	44,7	34,3	14,8	1,5
Восточноевропейский	37	583	3,3	34,2	44,0	35,1	14,6	1,6
Уральский	48	607	3,5	35,7	44,8	33,9	16,3	1,7
Западносибирский	65	507	3,2	38,1	46,3	33,8	16,5	2,2
Среднесибирский	74	405	2,9	40,5	48,2	31,5	17,1	2,6
Восточносибирский	96	356	2,6	42,9	49,1	30,2	18,2	2,9

Таблица 2

Изменение параметров разнообразия среднетаежной биоты афиллофоровых грибов в различных масштабах

Площадь, км <sup>2</sup>	Число видов, шт.	Видовая насыщенность рода	Доля крупнейших родов, %	Доля жизненных форм, %			Морфологический индекс (CI/Co)
				кортициоидные	пороидные	клавариоидные	
0,001	61	1,3	62,3	27,9	27,9	34,4	4,0
0,01	112	1,6	53,8	29,4	29,4	30,7	3,3
1	209	2,0	43,5	32,7	32,7	26,4	2,4
100	326	2,6	40,6	33,2	33,2	22,5	1,8
100 000	607	3,5	36,4	33,9	33,9	16,3	2,1
1 000 000	815	4,1	36,7	28,1	28,1	14,3	1,3

Изменение видового богатства отдельных родов с ростом континентальности и снижением масштаба исследования

Род	Континентальность			Масштаб, км <sup>2</sup>		
	Средневропейский сектор	Восточно-сибирский сектор	Δ	1 000 000	0,001	Δ
<i>Typhula</i>	3,1	5,4	+1,7	3,9	19,7	+5,0
<i>Tubulicrinis</i>	1,4	3,4	+2,4	2,2	3,3	+1,5
<i>Clavaria</i>	1,5	1,4	1,0	1,6	1,6	1,0
<i>Trechispora</i>	2,0	1,4	-1,4	2,1	0,5	-4,0
<i>Skeletocutis</i>	1,7	1,4	-1,3	2,1	1,6	-1,3

*Fomitopsis* и другие, а в океаническом (западно-европейском) – *Hypochnicium*.

Таким образом, для секторальных микокомплексов среднетаежной биоты афиллофоровых грибов показана существенная гетерогенность видового состава, таксономической и морфологической структуры, а также установлены различия головных частей родовых спектров в градиенте континентальности и при изменении масштаба исследования. Можно констатировать, что универсального родового спектра для всех секторов отдельной зональной микобиоты не существует. Тем не менее можно пере-

числить ряд «крупнейших» родов таежной микобиоты, входящих в головную часть родового спектра всех таежных секторальных микокомплексов. Это: *Typhula*, *Hyphodontia* s.l., *Phlebia*, *Postia*, *Tubulicrinis*. Доля этих родов остается высокой как при изменении масштаба исследования, так и в градиенте континентальности. В целом для каждого долготного сектора и масштаба исследования имеются специфические черты. Поэтому при изучении пространственной структуры микобиоты необходимо уточнять секторальный регион (океаничность-континентальность) и масштабность.

#### Список литературы

1. Мухин В. А., Ушакова Н. В. Базовые таксономические спектры ксилотрофных базидиомицетов // Грибные сообщества лесных экосистем. М., Петрозаводск, 2004 : в 3-х т. Т. 2. С. 40–51.
2. Ширяев А. Г. Пространственная дифференциация биоты клавариоидных грибов России: эколого-географический аспект : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: МГУ, 2014. 47 с.
3. Ширяев А. Г., Мухин В. А., Котиранта Х. и др. Биоразнообразии афиллофоровых грибов Урала // Биоразнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2012. С. 311–313.
4. Gaston K. J., Blackburn T. M. Pattern and process in macroecology. Oxford: Blackwell Publ., 2000. 392 p.
5. Kirk P. M., Cannon P. F. Minter D. W., Stalpers J. A. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 10<sup>th</sup> Ed. Wallingford: CABI, 2008. 782 p.

A. G. Shiryaev

Institute of plant and animal ecology UrB RAS, Ekaterinburg  
e-mail: anton.g.shiryaev@gmail.com

#### BIODIVERSITY AND SPATIAL DIFFERENTIATION OF APHYLLOPHOROID BASIDIOMYCETES COMMUNITIES IN NORTHERN EURASIA: HETEROGENEITY PATTERNS AT DIFFERENT SCALES

**Summary.** It is shown that the species richness, taxonomic (generic) and morphological spectrum of Aphylloroid fungi varies considerably, not only in the latitudinal gradient, but also in the gra-

dient of continentality and multi-scaling studies (the middle-boreal mycobiota as example).

## АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Свердловская область занимает площадь 194,8 тыс. кв. км, расположена в пределах Уральской горной физико-географической страны, а также на прилегающих равнинах: на востоке – Западно-Сибирской, на юго-западе – Восточно-Европейской. В области представлены таежная и лесостепная зоны. В пределах таежной выделяют подзоны: северо-, средне-, южнотаежную, подтаежных лесов (широколиственно-хвойных – в юго-западной части области и предлесостепных сосново-березовых лесов – в юго-восточной). В горной полосе выражена высотная поясность. На Северном Урале три высотных пояса растительности: горно-лесной, подгольцовый (субальпийский), гольцовый (альпийский); в низкогорной части Среднего Урала – только горно-лесной.

Впервые агарикоидные базидиомицеты Свердловской области упоминаются в работе Н. В. Сорокина [7]. Интерес к данной группе грибов проявляли также другие специалисты: Н. П. Бульчев, Н. А. Наумов, Б. А. Томилин и др. Интенсивные исследования микобиоты области начались в середине XX века сотрудниками Института биологии УФАН СССР (с 1964 г. – Институт экологии растений и животных) З. А. Демидовой, Н. Т. Степановой, Л. К. Казанцевой, Ф. А. Соловьевым, А. В. Сирко и др. Собранные ими коллекции хранятся в микологическом отделе гербария ИЭРиЖ УрО РАН. Результаты этих исследований, а также все опубликованные к тому времени материалы об агарикоидных базидиомицетах Свердловской области обобщены в работе Н. Т. Степановой и А. В. Сирко [8]. Позднее публикуются первые списки видов для Висимского заповедника [9] и лесопарковой зоны г. Екатеринбурга [3]. Некоторые сведения о данной группе грибов содержатся в работах В. А. Мухина, посвященных изучению биологического разнообразия и экологии дереворазрушающих грибов [4, 6]. Значительный вклад в изучение микобиоты

Свердловской области внесли многолетние исследования Л. В. Мариной [2] в Висимском заповеднике. Всего для области к настоящему времени в литературе указано 720 видов агарикоидных базидиомицетов. В результате критического анализа этого списка установлено, что около 50 видов являются сомнительными и требующими подтверждения (изменился объем таксона или экологические предпочтения данного вида в современном понимании не соответствуют указанным в литературе). Для проверки литературных данных необходимо дополнительное изучение микологической коллекции ИЭРиЖ УрО РАН.

Автором с 2011 г. проводится ревизия хранящихся в ИЭРиЖ УрО РАН коллекционных материалов, а также полевые исследования, главным образом в г. Екатеринбурге и его окрестностях. В результате этих работ общий список агарикоидных базидиомицетов Свердловской области пополнился и насчитывает 812 видов. Из видов, ранее не опубликованных, для области наиболее интересны редкие в европейской части России *Volvariella murinella* (Quél.) M. M. Moser ex Dennis, P. D. Orton & Hora, *V. hypopithys* (Fr.) Shaffer и др. Они отмечены в широколиственно-хвойных лесах, формирующихся на восточном пределе распространения основных европейских широколиственных пород.

Наиболее изучены горные леса южнотаежной подзоны, для них известно 680 видов, при этом большинство (614 видов) зарегистрировано в Висимском заповеднике. Данные о видовом составе агарикоидных базидиомицетов остальной территории довольно фрагментарны. Слабо изучены другие ООПТ области, например, для заповедника «Денежкин камень» в литературе приводится 81 вид, для НП Припышминские боры – 13 видов.

Среди урбанизированных территорий наиболее изучен г. Екатеринбург, расположенный

в южнотаежной подзоне на восточных предгорьях Урала. В литературе для него указано 62 вида, проведенные нами исследования значительно дополнили список, выявлено 180 видов. Характерной чертой микобиоты города является присутствие «южных» видов (*Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser, *Volvariella bombycina* (Schaeff.) Singer, *Crepidotus crocophyllus* (Berk.) Sacc. и др.). Особый интерес представляют находки видов, редких в естественных сообществах таежной зоны, но при этом успешно осваивающих экологически сходные антропогенные местообитания (*Inocybe cincinnata* (Fr.) Quél., *Inocybe muricellata* Bres. и др.).

В Красную книгу Свердловской области [1] агарикоидные базидиомицеты не включены, а в Красной книге Среднего Урала [5] для обла-

сти указаны *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer, *Boletinus asiaticus* Singer, *Cortinarius violaceus* (L.) Gray. Впервые найден *Boletus luridus* Schaeff. – вид редкий на Среднем Урале, ранее отмеченный только для Пермского края [5].

В перспективе намечены микологические исследования на особо охраняемых природных территориях Свердловской области, что позволит выявить биоразнообразие уникальных природных комплексов региона, репрезентативность существующей сети ООПТ, предложить список редких видов и рекомендации по их охране к следующему изданию Красной книги Свердловской области. Будет продолжено изучение микобиоты территорий, испытывающих антропогенное воздействие.

### Список литературы

1. Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / отв. ред. Н. С. Корытин. Екатеринбург: Баско, 2008. 256 с.
2. Марина Л. В. Агарикоидные базидиомицеты Висимского заповедника (Средний Урал). СПб.: Изд-во ВИЗР, 2006. 102 с.
3. Мезенцева Л. М. Флора агариковых грибов некоторых лесных фитоценозов Уктусских гор // Флора и внутривидовая изменчивость растений Урала. Свердловск, 1985. С. 88–96.
4. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. 231 с.
5. Мухин В. А., Переведенцева Л. Г. Грибы / Красная книга Среднего Урала (Свердловская и Пермская области): Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений / под ред. В. Н. Большакова, П. Л. Горчаковского. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1996. 279 с.
6. Растения и грибы национального парка «Припышминские боры» / В. А. Мухин, А. С. Третьякова, Д. В. Прядеин и др. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. 204 с.
7. Сорокин Н. В. Материалы для флоры Урала. Отчет, представленный обществу естествоиспытателей при Казанском университете // Труды об-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те. 1876. Т. 5. Вып. 6. 28 с.
8. Степанова Н. Т., Сирко А. В. К флоре агариковых грибов и гастеромицетов Урала // Микологические исследования на Урале. Свердловск, 1977. С. 51–106.
9. Тарчевская О. Б. Микологическая флора лесов Висимского заповедника (пор. Agaricales и пор. Aphyllophorales) // Биогеоэкологические исследования на Урале. Свердловск, 1982. С. 99–109.

O. S. Shiryeva

Institute of Plant and Animal Ecology, UrB RAS, Ekaterinburg  
e-mail: kirillovaolga@yandex.ru

### AGARICOID BASIDIOMYCETES OF SVERDLOVSK REGION: RESULTS AND RESEARCH PERSPECTIVES

**Summary.** There are 812 species of agaricoid basidiomycetes presently collected in Sverdlovsk region. The south-boreal subzone includes 680 species, whereas another ones relatively weak studi-

ed. In local scale, the richest list compiled for the Visim Nature Reserve (614 sp.).

А. С. Шишигин<sup>1</sup>, Л. Г. Переведенцева<sup>1</sup>,  
В. М. Переведенцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Пермский государственный национальный  
исследовательский университет  
г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>Пермский государственный  
гуманитарно-педагогический университет  
г. Пермь, Россия  
e-mail: perevpert@mail.ru

## МИКОРИЗНЫЕ ГРИБЫ ЕЛЬНИКА ПРИРУЧЬЕВОГО

Микоризные грибы, вступающие в консортивные отношения с высшими растениями в форме микосимбиотрофизма, распространены в лесных экосистемах и составляют значительную часть от общего числа обитающих в них агарикоидных базидиомицетов [1, 2, 4]. Большой интерес представляют исследования микоризных грибов в климаксовых сообществах. В южно-таежных лесах Пермского края к ним относятся еловые леса, где с 1975 г. ведется мониторинг агарикоидных базидиомицетов стационарным методом.

Материалом для данного сообщения послужили результаты исследований, проведенные в 2011 г. в ельнике приручьевом (Пермский край, Добрянский муниципальный район, окрестности ООПТ «Верхняя Кважва»). Территория относится к южно-таежным пихтово-еловым лесам с наличием липы в древесном ярусе [3]. Сбор грибов происходил в августе (один раз в декаду) и в сентябре [6]. Гербарные образцы были собраны по стандартной методике [5]. Изучение микропризнаков и идентификация грибов проводилась на кафедре ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета. В работе использовались микроскопы ZEISS Axio Imager A2 и Olympus BX51.

В задачи исследований входило выявление видового состава микоризных грибов, проведение таксономического и эколого-трофического анализа.

Стационарная площадь, размером 1000 м<sup>2</sup>, была заложена в 1975 г. Исследуемый биогеоценоз расположен в долине лесной речки Кважвы, коренное сообщество, возраст которого составляет 120–135 лет. Состав леса 9Е1П+Б. Сомкнутость крон – 0,5. Подрост образован *Picea obovata* Ledeb. и *Abies sibirica* Ledeb. Ку-

старниковый ярус образован такими видами как *Ribes nigrum* L., *Lonicera xylosteum* L., *Sorbus aucuparia* L. Проективное покрытие кустарничково-травяного яруса составляет 80–90 %, где преобладают *Oxalis acetosella* L., *Dryopteris carthusiana* Vill., *Stellaria nemorum* L. Изредка встречаются *Asarum europaeum* L., *Aegopodium podagraria* L., *Calamagrostis lanceolata* Roth. Моховой покров в основном состоит из зеленых мхов, растущих около стволов и на стволах деревьев, реже они встречаются на почве. В лесу много валежника. Почва пойменная, аллювиально-слоистая, легкосуглинистая.

В 2011 г. нами было обнаружено 36 видов микоризных грибов относящихся к 3 порядкам, 8 семействам и 14 родам. Далее приведен список видов грибов, расположенный по системе, принятой М. Мозером [8] (современные системы не использовались, так как в дальнейшем проводилось сравнение с данными, полученными в 1975–1996 гг.). Для каждого вида отмечается русское и латинское название, в скобках указаны синонимы грибов в соответствии с современной классификацией [7]. Римскими цифрами обозначены месяцы нахождения базидиомицетов грибов в ельнике приручьевом. При составлении списка использованы следующие сокращения: р. – редко, д.р. – довольно редко, ч. – часто, д.ч. – довольно часто; съед. – съедобный, несъед. – несъедобный, яд. – ядовитый.

### Аннотированный список видов микоризных грибов

AGARICALES Clements – АГАРИКАЛЬНЫЕ:  
Amanitaceae R. Heim ex Pousar – мухоморовые:  
*Amanita crocea* (Quél.) Singer – поплавок шафранный, VIII, д.ч., съед.; *Amanita fulva* (Schaeff.) Fr. – поплавок желто-коричневый, VII – VIII, ч., съед.; *Amanita vaginata* Bull. Ex Fr. – поплавок серый, VIII – IX, д.ч., съед.;

Cortinariaceae R. Heim ex Pouzar – паутинниковые: *Cortinarius argentatus* (Pers.) Fr. – паутинник серебристый, VIII – IX, д.ч., несъед.; *Cortinarius armillatus* (Alb. & Schwein.) Fr. – паутинник браслетчатый, VII – VIII, ч., съед.; *Cortinarius brunneus* (Pers.) Fr. – паутинник темно-бурый, VIII – IX, д.ч., несъед.; *Cortinarius glandicolor* (Fr.) Fr. (= *Cortinarius brunneus* var. *glandicolor* (Fr.) H. Lindstr. & Melot) – паутинник желудевый, д.ч., VIII – IX, р., несъед.; *Cortinarius hemitrichus* (Pers.) Fr. – паутинник полуопушенный, VII – VIII, д.р., несъед.; *Cortinarius rigidus* (Scop.) Fr. – паутинник умбровый, VIII, р., несъед.; *Cortinarius rigidipes* M.M. Moser (= *Cortinarius uraceus* Fr.) – паутинник обожженный, VIII, д.р., несъед.; *Cortinarius sanguineus* (Wulfen) Fr. (= *Dermocybe sanguinea* (Wulfen) Wunsche) – паутинник кроваво-красный, IX, д.ч., несъед.; *Inocybe hirtella* var. *hirtella* Bres. – волоконница короткожестковолосая, VIII, р., несъед.;

Entolomataceae Kotlaba & Pouzar – энтоломовые, розовопластинниковые: *Entoloma rhodopolium* (Fr.) P. Kumm. – энтолома дымчатая, VIII – IX, д.ч., яд.;

Hygrophoraceae Lotsy – гигрофоровые: *Hygrophorus olivaceo-albus* (Fr.) Fr. – гигрофор оливково-белый, IX, д.р., съед.;

Tricholomataceae R. Heim ex Pousar – трихоломовые, рядовковые: *Collybia butyracea* var. *asema* (Fr.) Cetto (= *Rhodocollybia butyracea* f. *asema* (Fr.) Antonín, Halling & Noordel.) – коллибия масляная, серая, VII – IX, ч., съед.; *Collybia butyracea* var. *butyracea* (Bull.) Fr. (= *Rhodocollybia butyracea* f. *butyracea* (Bull.) Lennox) – коллибия масляная, VII – IX, ч., съед.; *Laccaria bicolor* (Maire) P.D. Orton – лаковица двуцветная, VI – VIII, ч., съед.; *Laccaria laccata* (Scop.) Fr. – лаковица лаковая, VI – IX, ч., съед.; *Laccaria proxima* (Boud.) Pat. – лаковица рыжеватая, VIII, р., съед.

BOLETALES J.-E. Gilbert – БОЛЕТАЛЬНЫЕ: Boletaceae Chevall. – трубчатые, болетовые: *Chalciporus piperatus* (Bull.) Bataille (= *Suillus piperatus* (Bull.) Kuntze) – перечный гриб, VIII – IX, д.ч., несъед.; *Leccinum scabrum* (Bull.) Gray – подберезовик обыкновенный, VI – IX, ч., съед.; *Tylopilus felleus* (Bull.) P. Karst. – желчный гриб, VIII, д.ч., несъед.; *Xerocomus subtomentosus* (L.) Fr. – моховик зеленый, VI – IX, ч., съед.;

Paxillaceae Lotsy – паксилловые, свинушковые: *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. – свинушка тонкая, VIII – IX, ч., яд.

RUSSULALES Kreisel ex Kirk et al. – РУССУЛАЛЬНЫЕ: Russulaceae Lotsy – сыроежковые: *Lactarius camphoratus* (Bull.) Fr. – млечник камфарный, VIII – IX, д.ч., съед.; *Lactarius glyciosmus* (Fr.) Fr. – млечник пахучий, VII – IX, д.ч., съед.; *Lactarius lignyotus* Fr. – млечник древесинный, VII – VIII, ч., съед.; *Lactarius theiogalus* (Bull.) Gray. (= *Lactarius chrysorrheus* Fr.) – млечник серо-млечный, VIII – IX, ч., съед.; *Lactarius trivialis* (Fr.) Fr. – млечник обыкновенный, гладыш, VII – VIII, д.ч., съед.; *Lactarius vietus* (Fr.) Fr. – млечник блеклый, VIII – IX, ч., съед.; *Russula acrifolia* Romagn. – сыроежка остропластинчатая, VIII – IX, д.ч., съед.; *Russula betularum* Hora (= *Russula emetica* var. *betularum* (Hora) Romagn.) – сыроежка березовая, VIII – IX, ч., съед.; *Russula claroflava* Grove (= *Russula flava* (Romell.) Romell.) – сыроежка светло-желтая, VII – VIII, д.ч., съед.; *Russula decolorans* (Fr.) Fr. – сыроежка сереющая, VII – VIII, ч., съед.; *Russula elaeodes* (Bres.) Romagn. ex Bon (= *Russula pseudo-olivascens* Kärcher) – сыроежка селедочная, оливковая, VIII – IX, д.ч., съед.; *Russula puellaris* Fr. – сыроежка девичья, VII – VIII, д.ч., съед.

Наибольшее количество микоризных грибов входит в сем. Russulaceae (12 видов, или 33 % от общего числа микоризных грибов), сем. Cortinariaceae (9 видов, или 25 %) и сем. Tricholomataceae (5 видов, или 14 %). На долю перечисленных семейств приходится 72 % всего видового состава микоризных грибов. Такое соотношение семейств микоризных грибов наиболее характерно для бореальной зоны. Больше всего микоризных грибов обнаружено в трех родах: *Cortinarius*, *Russula*, *Lactarius*. Остальные роды содержат менее 5 видов.

Учитывая, что микоризные грибы отличаются по потребности в симбиотрофном питании, Мейер [4] разделил их на 4 группы: 1 – узкоспециализированные симбиотрофы; 2 – симбиотрофные грибы с широким кругом растений-хозяев, не способные формировать базидиомы асимбиотически; 3 – симбиотрофные грибы с широким кругом растений-хозяев, но способные образовывать плодовые тела сапротрофно; 4 – преимущественно сапротрофные грибы, но способные к образованию микоризы.

Самой большой группой в ельнике приручевом является группа с широким кругом растений хозяев. Виды микоризных грибов, способные образовывать плодовые тела сапротрофно, в ельнике приручевом немногочисленны, это грибы рода *Laccaria*. К узкоспециализированным симбиотрофам можно отнести два вида: *Hygrophorus olivaceo-albus* и *Lactarius lignyotus*.

В ельнике приручевом было выявлено 3 вида микоризных грибов, которые являются редкими: *Inocybe hirtella*, *Laccaria proxima*, *Lactarius lignyotus*.

Из всех обнаруженных микоризных грибов в ельнике приручевом наибольшее количество относится к съедобным видам (24 вида, или 67 % от общего числа микоризных видов). Съедобные грибы обычно имеют довольно

крупные базидиомы, обладают приятным запахом и вкусом. К несъедобным микоризным грибам относилось 10 видов (30 %). Самыми малочисленными оказались ядовитые грибы, они были представлены двумя видами (3 %) – *Entoloma rhodopolium*, *Paxillus involutus*.

Таким образом, в 2011 г. в ельнике приручевом было обнаружено 36 видов микоризных грибов, три из которых оказались редкими. Наибольшее количество грибов относится к сем. *Russulaceae*, *Cortinariaceae*, *Tricholomataceae*, что характерно для бореальной зоны. Наиболее многочисленна группа грибов с широким кругом растений-хозяев, не способных формировать базидиомы асимбиотически. Наибольшее количество микоризных грибов относится к съедобным. Ядовитыми оказались два вида.

#### Список литературы

1. Бурова Л. Г. Экология грибов макромицетов. М.: Наука, 1986. 221 с.
2. Каратыгин И. В. Коэволюция грибов и растений. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 118 с.
3. Овеснов С. А. Конспект флоры Пермской области. Пермь: Перм. ун-т, 1997. 252 с.
4. Селиванов И. А. Микотрофизм растений в лесной зоне // Микориза и другие формы консортивных отношений в природе. Пермь, 1977. С. 5–26.
5. Переведенцева Л. Г. Биоразнообразие и экология низших растений // Методика сбора, описания и определения агарикоидных базидиомицетов : метод. указания для летней полевой практики. Пермь: Перм. ун-т, 2007. 28 с.
6. Переведенцева Л. Г. Биота и экология агарикоидных базидиомицетов Пермской области : дисс. ... докт. биол. наук. М., 1999. 395 с.
7. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A. *Ainworth et Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10th Ed. Wallingford: CAB International, 2008. 771 p.
8. Moser M. *Die Rohrlinge und Blatterpilze (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales)* // *Kleine Kryptogamenflora*. Bd. 2b. 2. Stuttgart, New York, 1983. 533 s.

A. S. Shishigin<sup>1</sup>, L. G. Perevedentseva<sup>1</sup>, V. M. Perevedentsev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Perm State National Research University, Perm

<sup>2</sup>Perm State Humanitarian-Pedagogical University, Perm  
e-mail: perevperm@mail.ru

#### MYCORRHIZAL FUNGI OF THE FIR-GROVE NEAR THE BROOK

**Summary.** 36 species of mycorrhizal fungi from 14 genera and 8 families were found in the fir-grove near the brook. Families *Russulaceae*, *Cortinariaceae* and *Tricholomataceae* include the

largest number of species. The predominance of these families emphasizes the boreal character of the researched area.

## ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ-БИОТРОФЫ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ХВОЙНЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «ПАРК МОНРЕПО»

В 2011 г. нами было проведено повторное фитопатологическое обследование хвойных древесных насаждений музея-заповедника «Парк Монрепо», расположенного в северо-западной части Карельского перешейка (60°43'–44' с. ш. и 28°42'–44' в. д.). Цель – определить видовой состав, оценить степень распространенности и проанализировать причины изменения в распространенности наиболее патогенных возбудителей болезней старовозрастных хвойных деревьев за период 1991–2011 гг.

Территория «Парка Монрепо» включает историческую часть – усадебно-парковый комплекс конца XVIII – начала XIX вв. с пейзажным скальным парком (площадь – 29,21 га) и лесопарковый массив (площадь – 132,04 га) и относится к Выборгскому ландшафтному району (Фенноскандия) – характеризуется господством плосковершинных гранитных сельг, приморских равнин, озеровидных ложбин и шхер Финского залива. Рельеф приморских равнин при создании парка изменялся – насыпались островки, дамбы, декоративные горки, причалы. Территория парка отличается контрастным режимом увлажнения возвышенностей и низин, быстрым стоком избытка вод с вершин и склонов сельги – это обуславливает сухость вершин и избыточное поверхностное увлажнение низин. Насаждения «Парка Монрепо» неоднородны по составу в разных частях: участки центрального ядра исторической части образуют насаждения снытевого типа искусственного происхождения – лиственный древостой, в основном рода *Acer*, *Alnus*, *Tilia*, *Betula*, *Quercus*. Хвойные насаждения естественного происхождения большей частью представлены на участках, находящихся на границе с лесопарковым массивом (около 22,7 % от общей численности древесных насаждений исторической части парка), и представлены в основном родами

*Picea* (78,8 %) и *Pinus* (20,3 %) V класса возраста и выше. Лесопарковый массив – насаждения естественного происхождения, типичные для среднетаежной подзоны и относительно слабонарушенные. Характерны средне- и старовозрастные сосняки лишайникового и брусничного типов на примитивных почвах, подстилаемые выходами гранитов. Обычны сосняки черничные на подзолистых почвах, на элюводелювиальных песках. Ельники-черничники встречаются редко на песках, подстилаемых суглинками [1, 4].

Историческая часть «Парка Монрепо» при проведении инвентаризации была разбита на 14 условных участков [1], основываясь на данных Г. И. Зарудной за 1991 г. [3], были выбраны 5 участков (1-й, 5-й, 9-й, 11-й, и 13-й), расположенных, как правило, вдоль границы с лесопарковым массивом. Участки различаются рельефом, типами почв, характером насаждений [1], где старовозрастные деревья *Pinus sylvestris* (L.) и *Picea abies* L. (Karst.) V–XI классов возраста представлены наиболее полно и при этом достаточно значительно различаются по интенсивности поражения дереворазрушающими грибами-биотрофами. Рекогносцировочное обследование проводили по ходовым линиям с использованием картографического материала, в ходе которого индивидуально подбирали старовозрастные деревья под детальное обследование. Путем визуальной оценки кроны и ствола определяли категорию состояния каждого дерева по шестибальной шкале [5], возраст (с помощью бурава Пресслера), диаметр (при помощи мерной вилки) а также ряд дополнительных характеристик (всего обследовано 257 деревьев). Видовую принадлежность выявленных возбудителей устанавливали по морфологическим признакам. В необходимых случаях применяли метод влажной камеры. Иденти-



фикацию выполняли по определителям. Камерально вычисляли распространенность возбудителей болезней ( $P$ , %) и средневзвешенную категорию состояния деревьев ( $N_{ср.}$ , балл) [5].

Сравнение результатов исследований дереворазрушающих грибов-биотрофов за 2011 г. с данными за 1991 г. позволило определить виды возбудителей, типичные для старовозрастных хвойных деревьев, отличающиеся патогенностью и агрессивностью, а также сравнить распространенность этих возбудителей по участкам:

– *Cenangium ferruginosum* Fr., анаморфа – *Sydowia polyspora* (Bref. et Tavel) E. Müll. – сумчатый гриб – дискомицет, возбудитель ценангиевого некроза ветвей, поражающий *P. sylvestris* и *Nectria cucurbitula* (Tode) Fr., анаморфа – *Zythia cucurbitula* Sacc. – сумчатый гриб – пиреномицет, возбудитель нектриевого некроза ветвей, поражающий *P. abies*. Распространенность, в среднем, *C. ferruginosum* в сравнении за период 1991–2011 гг. 60,2 и 64,3 % соответственно, *N. cucurbitula* – 50,4 и 61,4 % соответственно. По участкам рост распространенности возбудителей некрозов (нектриевого – на 1-м, 11-м и 13-м участках, ценангиевого – на 5-м, 11-м и 13-м участках) в среднем незначительный.

– *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schwein.) G. Winter. и *Cronartium pini* (Willd.) Jorst. – ржавчинные разнохозяйный и однохозяйный грибы – возбудители смоляного рака (серянки) у *P. sylvestris*. Комплекс грибов *Lachnellula calyciformis* (Willd.) Dharne., *L. resinaria* (Cooke et W. Phillips) Rehm., *Nectria cucurbitula* (Tode) Fr., *Sarea difformis* (Fr.) Fr. – возбудители раневого рака у *P. abies*. Распространенность *C. flaccidum* и *C. pini* в среднем, в сравнении за период 1991–2011 гг., 18,5 и 24,2 % соответственно, комплекса грибов – возбудителей раневого рака – 19,1 и 79,3 % соответственно. Рост распространенности этих возбудителей по участкам очень неравномерный, на ряде участков резкий – например, рост распространенности возбудителей раневого рака с 1991 по 2011 г. незначителен на 1-м участке; заметный рост распространенности – в 2,6 раз – на 9-м участке. Резкий рост отмечен на 13-м, 11-м и 5-м участках – в 8,4, 10 и 19 раз соответственно.

– *Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill. – основной возбудитель пестрой ядровой гнили ство-

ла у *Pinus sylvestris* – свойственна соснякам спелого и перестойного возраста. Средняя распространенность *P. pini* за период 1991–2011 гг. составила 39,2 и 56,5 % соответственно. Рост распространенности в 1,5 раза – на 5-м, 9-м и 13-м участках, в 2 раза – на 11-м участке. На 1-м участке рост распространенности практически не отмечен.

– *Armillaria* – комплекс (*A. borealis* Marxm. & Korhonen; *A. ostoyae* (Rom.) Herikh., агарикоидные гименомицеты – возбудители белой заболонной гнили корней и комля у *P. sylvestris* (распространенность *Armillaria*-комплекса практически не возросла на 5-м и 13-м участках, возросла в 2 раза на 1-м, 5-м и 13-м участках, в 3 раза на – 9 участке) и у *P. abies* (распространенность *Armillaria*-комплекса значительно возросла – в 5 раз на 1-м участке, резкий рост распространенности – в 15-й раз – отмечен на 11-м участке). На 11-й участке распространенность *Armillaria*-комплекса не выявлена. Средняя распространенность *Armillaria*-комплекса по всем участкам за период 1991–2011 гг. на *P. sylvestris* 14,9 и 30,2 % соответственно, на *P. abies* 8,7 и 15,9 % соответственно.

Единичные находки – *Onnia triquetra* (Pers.) Imazeki – возбудитель пестрой ямчатой ядровой комлевой гнили – у *P. abies*; *Fomitopsis pini-cola* (Sw.) P. Karst. – возбудитель светло-бурой ядрово-заболонной призматической гнили (на сильно ослабленных деревьях) и *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. – возбудитель бурой трещиноватой комлевой гнили – у *P. sylvestris*.

В ходе обследования нами были выявлены очаги *Armillaria*-комплекса в насаждениях *P. sylvestris* на всех 5 обследованных участках (в 1991 г. в «Парке Монрепо» были отмечены только 3 очага *Armillaria*-комплекса – 2 очага на 1-м участке и 1 очаг на 13-м). Возбудители раневого рака на старовозрастных *P. abies*, ценангиевого и нектриевого некрозов на *P. abies* и *P. sylvestris* распространены относительно равномерно и практически повсеместно – отмечены нами на подавляющем большинстве обследованных старовозрастных деревьев (что также отмечалось в 1991 г.). В ходе обследования выявлено 13 видов дереворазрушающих грибов-биотрофов, относящихся к 10 родам, из них 1 вид – *O. triquetra* на *P. abies* отмечен в исторической части

парка впервые (по сравнению с данными лесопатологического обследования 1991 г.).

На всех обследованных участках «Парка Монрепо» нами отмечался рекреационный пресс – стволы имеют многочисленные и разнообразные механические повреждения, корневые лапы обнажены и повреждены, частично или полностью отсутствует напочвенный покров в результате вытаптывания, почва уплотнена. Биологическая устойчивость старовозрастных деревьев *P. sylvestris* снизилась достаточно значительно ( $N_{ср}$  изменилась от 2,0 до 2,7), у *P. abies*, в среднем, очень незначительно ( $N_{ср}$  изменилась от 1,4 до 1,8).

По нашему мнению, первостепенный фактор, снижающий биологическую устойчивость старовозрастных хвойных деревьев *P. sylvestris* и *P. abies*, стимулирующий резкий, часто неравномерный, рост распространенности ряда возбудителей, типичных для старовозрастных *P. sylvestris* и *P. abies*, вызывающий повышение их патогенности и агрессивности, – длительное воздействие высокого уровня рекреационной нагрузки. Рекреационная нагрузка также обедняет видовой состав дереворазрушающих грибов-биотрофов, влияет на массовое распространение одних и тех же «сорных» видов, в том числе и в «Парке Монрепо», рост их патогенности и агрессивности. На первый план выходят грибы раневого комплекса, вызывающие гнили деструктивного типа. Поражение грибами-биотрофами носит неравномерный, мозаичный характер, связанный с очаговым развитием, как правило, одного возбудителя. Например, виды *Armillaria*-комплекса – воз-

будители коррозийной гнили, обладающие повышенной агрессивностью и патогенностью, способные в определенных условиях вызывать очаговое поражение. Возрастает агрессивность и патогенность возбудителей некрозно-раковых болезней [6, 7]. По мнению Р. А. Василюскаса, Ярмловича В. А. и др. [2, 8], широкому распространению возбудителей раневого и смоляного рака также способствует наследственная неустойчивость некоторых форм ели и сосны к раку, переданная через семена материнских деревьев. Второстепенный (и сопряженный с первостепенным) фактор – нарушение гидрологического режима кислых почв ( $pH_{сол.} = 3,0-5,5$ ) «Парка Монрепо». Из-за высокого уровня грунтовых вод, нарушения дренажа и разрушения старой мелиоративной системы насыпные суглинистые почвы исторической части парка часто вторично заболочены [1]. Длительное подтопление корневых систем приводит к затруднению поступления элементов питания и отмиранию корней и в конечном итоге к ослаблению деревьев. Примитивные на граните и дерново-подзолистые почвы, благодаря уклонам рельефа, имеют проточное, контрастное увлажнение – переувлажнение верхних горизонтов сменяется сильным иссушением, что также неблагоприятно для произрастания древостоя.

*Автор выражает глубокую признательность доценту кафедры защиты леса и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета кандидату биологических наук Г. И. Зарудной за всестороннюю помощь и поддержку.*

### Список литературы

1. Агапов Ю. И. и др. Государственный историко-архитектурный и природный заповедник «Парк Монрепо»: проект леч.-оздоровит. мероприятий. Пояснительная записка. Л.: Леспроект, 1988. 147 с.
2. Василюскас Р. А. Раневая гниль ели в насаждениях Литовской ССР, ее причины и меры ограничения вредоносности болезни: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Л., 1989. 17 с.
3. Зарудная Г. И., Поповичев Б. Г. Лесопатологическое обследование насаждений мемориального заповедника «Монрепо»: отчет о НИР. СПб.: Центр НТТМ Галс, 1991. 45 с.
4. Коткова В. М. Афиллофоровые грибы музея-заповедника Парк Монрепо // Новости систематики низших растений. 2004. Т. 37. С. 98–105.
5. Методы мониторинга вредителей и болезней леса / ред. В. К. Тузова. М.: ВНИИЛМ, 2004. 200 с.
6. Стороженко В. Г. Грибные дереворазрушающие комплексы в генезисе еловых биогеоценозов: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М., 1994. 43 с.
7. Стороженко В. Г. и др. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. М.: Наука, 1992. 221 с.
8. Ярмлович В. А. Смоляной рак сосны в лесах Беларуси и пути ограничения его развития: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Минская обл., п. Прилуки, 2003. 20 с.

## WOOD-DESTROYING BIOTROPHIC FUNGI OF OLD-GROWTH CONIFEROUS TREE PLANTATIONS IN «MONREPOS PARK» MUSEUM-RESERVE

**Summary.** In 2011–2013 phytopathologic health conditions of conifers trees in the old-growth Monrepos Park (Vyborg, Leningrad Region, Russia) was re-examined to analyze changes in the prevalence of the most common tree diseases and their pathogens in the historic park over a period of 1991–2011. The most common and harmful pathogens such as canker-cancerous and rot diseases were identified. Uneven and often sharp

rise of pathogens abundance at different sections of the park, their patchy distribution, expansion of their substrate specialization as well as increase in the species composition of plant pathogens were observed. It is suggested that the recreational stress Monrepos Park has the leading role in the qualitative and quantitative changes in composition of pathogens and reduction of biological sustainability of old-growth conifers trees.

А. В. Шнырева, А. А. Шнырева

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия  
e-mail: ashn@mail.ru

## МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В СИСТЕМАТИКЕ ГРИБОВ: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

В настоящее время при изучении биоразнообразия живого, помимо традиционных подходов, основанных на сравнении фенотипов, объектом исследований служат *генотипы* организмов, то есть весь комплекс генетической информации, передаваемый из поколения в поколение и реализуемый в ходе онтогенеза. *Геносистематика* (molecular phylogenetics) занимается изучением эволюционной истории организмов по отношению к их общим предкам на основе анализа молекулярных признаков. Все большую популярность приобретают молекулярные методы анализа, такие как, например, секвенирование определенных и в разной степени переменных участков генома с последующим сравнением полученных данных с электронной базой данных NCBI, EMBL-EBI или DDBJ при помощи инструмента BLAST. Для филогенетических исследований в царстве грибов в настоящее время предложено использовать шесть универсальных генных областей: гены малой и большой субъединиц рибосомальных РНК (18S рРНК, 28S рРНК и 5,8S рРНК), ген фактора элонгации пептидов (EF) и

два гена, кодирующих субъединицы РНК полимеразы II (RPB1 и RPB2) (Программа AFTOL, Assembling Fungal Tree of Life). Большинство филогенетических анализов в царстве грибов сделано на основе кластера рибосомальных генов, обнаруженных в ядерных и митохондриальных геномах. Наиболее часто используемыми в филогенетике последовательностями для межвидовых и внутривидовых сравнений являются транскрибируемые спейсерные области кластера генов рибосомальных РНК – ITS1 – 5,8S рРНК – ITS2 (internal transcribed spacers), расположенные между структурными генами 18S рРНК и 28S рРНК. Именно по этим генным последовательностям накоплены большие информационные базы данных в ГенБанке ([www.ncbi.nih.gov](http://www.ncbi.nih.gov)). В связи с этим было предложено создать единую базу данных по ITS, содержащую информацию о всех живых организмах. Одна из наиболее масштабных и известных программ подобного плана – «Баркодинг всего живого» (Barcode of Life). ДНК-баркодинг – это таксономический метод, использующий короткие последовательности ДНК в качестве

доступных генетических маркеров для определения видовой принадлежности изучаемых организмов (Barcode of Life programme) [1]. В качестве основного молекулярного маркера для грибов была предложена ITS последовательность и создана база данных – Fungal Barcoding Database ([www.fungalbarcoding.org](http://www.fungalbarcoding.org)). На данный момент более 100 000 грибных ITS последовательностей депонировано в различные электронные базы данных, и эта цифра неуклонно растет в связи с повышающейся доступностью техники секвенирования по всему миру. Однако пока еще не существует эффективных мер контроля депонирования такого огромного количества данных. В базах данных встречается множество неотредактированных последовательностей, включающих всевозможные ошибки секвенирования, особенно по 5'- и 3'-концам последовательностей. Также некоторые последовательности бывают неправиль-

но определены, например, на видовом уровне, или находятся под устаревшими или уже не используемыми названиями. Поэтому для проведения филогенетических исследований с особой осторожностью должен проводиться подбор референсных последовательностей из электронных баз данных [2].

Современные методы геномики позволяют уже сейчас сопоставлять информацию о полных ядерных геномах и геномах органелл. Однако даже такие сравнения не всегда способны дать однозначный ответ о происхождении и путях эволюции тех или иных групп организмов в силу пока еще ограниченности данных по секвенированию геномов и их аннотации. В докладе будут обсуждены преимущества и недостатки современных методов секвенирования – пиросеквенирование и секвенирование на микрочипах – с точки зрения методологических подходов в геносистематике.

#### Список литературы

1. Hebert P., Cywinska A., Ball S.L., deWaardet J. R. Biological identifications through DNA barcodes // Proceedings of the Royal Society London, Biological Science. 2003. Vol. 270. № 2. P. 313–321.
2. Bellemain E., Carlsen T., Brochmann C., Coissac E., Taberlet P., Kausrud H. ITS as an environmental DNA barcode for fungi: an in silico approach reveals potential PCR biases // BMC Microbiology. 2010. Vol. 10, № 1. P. 189–198.

А. П. Юрков<sup>1,2</sup>, Н. Е. Гапеева<sup>1</sup>, Л. М. Якоби<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт  
сельскохозяйственной микробиологии  
г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Российский государственный гидрометеорологический  
университет  
г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: [yurkovandrey@yandex.ru](mailto:yurkovandrey@yandex.ru)

### СИМБИОТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГРИБОВ АРБУСКУЛЯРНОЙ МИКОРИЗЫ: МОДЕЛЬНАЯ СИСТЕМА\*

Одним из самых распространенных типов растительно-микробных ассоциаций является арбускулярная микориза (АМ), формируемая большинством видов (>80 %) высших наземных растений с грибами монофилетической группы – отдела Glomeromycota, включающего ~150 видов [1]. В условиях среднего и низ-

кого уровня доступного для питания растений фосфора (Рд) в почве АМ обладает существенной симбиотической эффективностью. Под симбиотической эффективностью понимается получаемая за счет инокуляции растений АМ-грибом прибавка показателей продуктивности (веса надземных частей и корней, высо-

© Юрков А. П., Гапеева Н. Е., Якоби Л. М., 2015

\* Работа выполнена при государственной финансовой поддержке ГК 16.740.11.0344, гранта Президента РФ МК–5964.2013.4 с использованием оборудования ЦКП «Геномные технологии, протеомика и клеточная биология» ВНИИСХМ и оборудования РЦ «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ (проект 109–98).

ты стеблей, площади листовой поверхности и др.) и содержания фосфора в тканях растений. Симбиотическая эффективность АМ-грибов является комплексным показателем и контролируется рядом генов как со стороны растения-хозяина, так и со стороны микосимбионта. Несмотря на большое количество данных, посвященных анализу разнообразия структур АМ, механизмы инициации ее формирования, а также способы регуляции эффективности данного типа симбиотических отношений во многом еще остаются неясными.

В условиях вегетационного опыта (условия опыта по [2]) на 85-е сут. от посадки проведен сравнительный анализ симбиотической эффективности АМ-грибов рода *Glomus*. Результаты показали, что несмотря на то, что все анализируемые штаммы были достоверно эффективными в условиях низкого уровня Рд в почве, их эффективность была практически по всем параметрам одинаковой (табл. 1, неопубликованные данные). С другой стороны, исследования авторов показали наличие существенного полиморфизма по симбиотической эффективности АМ на люцерне хмелевидной как на внутривидовом уровне [2], так и на внутривидовом уровне [4]. В совокупности эти данные свидетельствуют о том, что генотип растения-хозяина является определяющим в формировании эффективного симбиоза с АМ-грибом.

В связи с вышесказанным актуальным направлением исследований следует считать се-

лекцию высокоотзывчивой на инокуляцию АМ-грибом растительной линии с получением на ней мутантов с неактивной АМ в условиях низкого уровня Рд в почве. Наличие существенного полиморфизма по симбиотической эффективности позволило выделить быстроотзывчивую на микоризацию линию MLS-1 люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina* L. var. *vulgaris* Koch, самоопылитель, диплоид с высокой семенной продуктивностью). Сравнивая люцерну хмелевидную с известными модельными растениями для изучения стадий формирования АМ, такими как: люцерна слабоусеченная (*Medicago truncatula* Gaertn., размер генома – 472 Мб) и горох посевной (*Pisum sativum* L., размер генома – 3947–4397 Мб; [6]), следует отметить, что размер генома *M. lupulina* (полностью еще не секвенирована) сопоставим с размером *M. truncatula* и существенно меньше генома *P. sativum*. Линия MLS-1 *M. lupulina* является облигатно микотрофным растением в условиях низкого уровня Рд в почве, нормально развиваясь при инокуляции АМ-грибом, но обладающая признаками карликовости (мелкая листовая пластинка, отсутствие кущения) без инокуляции. Экологическая облигатность данной линии показана для определенных условий среды: низкий уровень Рд в почве при режиме смены дня и ночи – 18/6 ч с температурой воздуха 24/22 °С, соответственно [3]. На линии MLS-1 с применением этилметансульфоната получен ряд мутантных линий, включая линию III-1-18 с неактивной микоризой

Таблица 1

Показатели продуктивности и симбиотической эффективности люцерны хмелевидной (линия S2m1) при инокуляции штаммами АМ-грибов различного происхождения

Вариант инокуляции	Высота гл. стебля, см	Кустистость, число стеблей	Сырой вес надземных частей, г	Сухой вес надземных частей, г	Эффективность АМ (%), рассчитанная по		
					высоте	сырому весу	сухому весу
без АМ	17,3 ± 1,1	0	0,24 ± 0,03	0,07 ± 0,01	–	–	–
шт. 39	44,9 ± 2,2	5,8 ± 0,4	3,37 ± 0,34	0,92 ± 0,16	160	1332	1318
шт. 84	48,4 ± 1,1	5,7 ± 0,3	3,36 ± 0,24	1,02 ± 0,08	181	1328	1475
шт. 10	47,7 ± 2,0	4,7 ± 0,2	3,57 ± 0,31	1,03 ± 0,11	177	1417	1477
шт. 86	50,1 ± 1,3	5,1 ± 0,2	3,59 ± 0,19	1,07 ± 0,07	190	1427	1543
шт. 30	50,1 ± 1,4	5,3 ± 0,3	3,72 ± 0,33	1,07 ± 0,12	190	1483	1548
шт. 41	49,4 ± 1,3	5,1 ± 0,3	3,39 ± 0,22	1,09 ± 0,06	186	1343	1578
шт. 82	50,9 ± 0,9	5,8 ± 0,3	3,87 ± 0,41	1,1 ± 0,01	195	1547	1586
шт. 47	51,4 ± 1,5	5,3 ± 0,2	3,6 ± 0,13	1,12 ± 0,06	198	1430	1617
шт. 34	51,7 ± 1,0	5,2 ± 0,1	3,48 ± 0,27	1,28 ± 0,1	200	1381	1865

при инокуляции высокоэффективный штамм АМ-гриба RCAM00320 *Glomus intraradices* из коллекции ГНУ ВНИИСХМ [3]. Выход мутантов был высоким и составил до 4,5 % (в зависимости от режима обработки), что на порядок выше, чем в исследованиях *P. sativum*, *Vicia faba*, *M. truncatula* зарубежных и российских коллег [7–9]. Мутант III–1–18 не обладает автотрофным типом питания в условиях низкого уровня доступного для растений фосфора в почве вследствие того, что исходная линия MIS-1 является облигатно симбиотрофной в этих условиях. Показана стабильность наследования признаков в ряду 2–10 поколений.

Первые результаты трансмиссионной электронной и конфокальной лазерной микроскопии исходной и мутантной линии показали, что внутрикорневые гифы гриба в корнях мутанта, как и стенка везикул гриба, более тонкие, морфотип арбускул мутанта – аморфные с отклонениями в развитии несущей гифы и редуцированным ветвлением. Выдвинута ги-

потеза о том, что нарушения регуляции роста растения-хозяина (линии III–1–18) приводят к формированию дистрофичной АМ – недостаточному снабжению микосимбионта углеводами в условиях низкого уровня Рд в почве [5].

Таким образом, люцерна хмелевидная (исходная линия MIS-1 и мутантная линия III–1–18) является новым удобным объектом в модельной растительно-микробной системе (РМС) для исследования механизмов, контролирующих симбиотическую эффективность АМ. Знание этих механизмов в перспективе позволит селектировать новые высокоэффективные РМС с участием АМ-грибов для применения последних в сельском хозяйстве и других сферах деятельности человека (лесных питомниках, ботанических садах, городском озеленении и пр.). Симбиотическая эффективность различных инокулятов АМ-грибов уже показана в полевых испытаниях на ряде сельскохозяйственных культур в различных природных зонах РФ.

#### Список литературы

1. Смит С. Э., Рид Д. Дж. Микоризный симбиоз. М.: Тов. науч. изд. КМК. 2012. 776 с.
2. Юрков А. П., Якоби Л. М., Степанова Г. В. и др. Эффективность инокуляции форм люцерны хмелевидной грибом арбускулярной микоризы *Glomus intraradices* и внутрипулационная изменчивость растений по показателям продуктивности и микоризообразования // Сельскохозяйств. биол. 2007. № 5. С. 67–74.
3. Юрков А. П., Якоби Л. М. Получение мутантов люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina*) с изменениями развития арбускулярной микоризы // Естественные и технические науки. 2011. № 6 (56). С. 127–133.
4. Юрков А. П., Якоби Л. М., Дзюбенко Н. И. и др. Полиморфизм популяции Павловская люцерны хмелевидной по показателям продуктивности, микоризации и эффективности симбиоза с *Glomus intraradices* // Сельскохозяйств. биол. 2011. № 3. С. 65–70.
5. Юрков А. П., Якоби Л. М., Ганеева Н. Е., Шишова М. Ф. Особенности развития арбускулярной микоризы и ее ультраструктурный анализ у сильно микотрофной люцерны хмелевидной и мутанта с отклонениями в симбиотической эффективности // Естественные и технические науки. 2014. № 11–12. С. 72–79.
6. Arumuganathan K., Earle E. D. Nuclear DNA content of some important plant species // Plant Mol. Biol. Rep. 1991. V. 9. P. 208–219.
7. Borisov A. Y., Barmicheva E. M., Jacobi L. M. et al. Pea (*Pisum sativum* L.) mendelian genes controlling development of nitrogen-fixing nodules and arbuscular mycorrhiza // Czech J. Genet. Plant Breed. 2000. V. 36. P. 106–110.
8. Duc G., Trouvelot A., Gianinazzi-Pearson V., Gianinazzi S. First report of non-mycorrhizal plant mutants (Myc<sup>-</sup>) obtained in pea (*Pisum sativum* L.) and fababean (*Vicia faba* L.) // Plant Sci. 1989. V. 60. P. 215–222.
9. Sagan M., Morandi D., Tarengi E., Duc G. Selection of nodulation and mycorrhizal mutants in the model plant *Medicago truncatula* (Gaertn.) after X-ray mutagenesis // Plant Sci. 1995. V. 111. P. 63–71.

A. P. Yurkov<sup>1,2</sup>, N. E. Gapeeva<sup>1</sup>, L. M. Jacobi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>All-Russia Research Institute for Agricultural Microbiology,  
St Petersburg

<sup>2</sup>Russian State Hydrometeorological University, St Petersburg  
e-mail: yurkovandrey@yandex.ru

## SYMBIOTIC EFFICIENCY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI: MODEL SYSTEM

**Summary.** It was shown the host plant genotype was crucial in formation of effective symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungus, but not fungus genotype. To analyze symbiotic efficiency of arbuscular mycorrhizal fungi under conditions of low phosphorus level in soil a new model plant-microbe system was developed: 1) wild type – ecologically obligate mycotrophic black medic line; 2) mutant black medic line, forming ineffective dystrophic mycorrhiza; 3) high effective arbuscular mycorrhizal fungus.

This work was partially financially supported by the Government of Russian Federation (GC 16.740.11.0344), grant of President of The Russian Federation (МК–5964.2013.4). The research was performed using equipment of the Core Center «Genomic Technologies, Proteomics and Cell Biology» in ARRIAM and equipment of Research Resource Center for molecular and cell technologies of Saint-Petersburg State University (109–98 project).

Е. О. Юрченко<sup>1</sup>, Ш.-Х. У<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Полесский государственный университет  
г. Пинск, Беларусь

<sup>2</sup>Национальный музей естествознания  
Тайчун, Тайвань  
e-mail: eugene\_yu@tut.by

## HYPHODONTIA SENSU LATO: ОПЫТ ГЛОБАЛЬНОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ РОДА\*

Род *Hyphodontia* J. Erikss. – один из крупнейших среди грибов отдела Basidiomycota. *Hyphodontia* s. l. характеризуется не только значительным видовым и внутривидовым разнообразием, но и выступает как род-убиквист для лесных сообществ в различных природных зонах. На основании изучения выборок кортициоидных грибов из лесных ценозов Беларуси [8, 9] и Тайваня есть предпосылки для прогностического заключения, что представители рода обитают в каждом или почти в каждом конкретном лесном сообществе.

Согласно таксономическому обзору [2] предлагается отнести виды *Hyphodontia* s. l. к 13 производным родам (*Hyphodontia* s. str., *Xylodon*, *Kneiffiella*, *Schizopora*, *Lyomyces*, *Palifer*, *Lagarobasidium*, *Chaetoporellus*, *Hastodontia*, *Alutaceodontia*, *Deviodontia*, *Rogersella*, *Fibrodontia*). С филогенетической точки зрения правомерно

рассматривать в составе *Hyphodontia* s. l. первые 12 родов, относящихся к естественному порядку *Hymenochaetales*, а род *Fibrodontia* исключить как представителя трехиспороидной линии (*Trechisporales*). Специальное исследование *Fibrodontia* [10] подтвердило родство данного рода с *Trechispora*. При изучении морфологии гифодонций установлено, что обобщающей чертой перечисленных 12 родов выступает «гифодонтиоидная» организация базидий. При этом в базидии имеется слегка расширенная пробазидиальная часть, короткая метабазилиальная часть и центральная перетяжка. Последняя проявляется от едва заметной до довольно отчетливой. Базидии гифодонций, как правило, не вытянуты в хорошо выраженное зауженное основание. Тем не менее описаны 6 видов, скомбинированных в роде *Botryodontia*, имеющие иную форму базидии – обратно-

© Юрченко Е. О., У Ш.-Х., 2015

яйцевидную до широко-булавовидной. Один из видов ботриодонций, *B. tetraspora* (*Kneiffiella tetraspora*), имеет базидии слегка вздутые в пробазидиальной части [4], как у гифодонтиоидных грибов, что делает его неким переходным звеном к гифодонциям. Недавнее исследование филогенетического родства двух видов *Botryodontia* [6] указало на их принадлежность к линии «*Oxurogus*» внутри порядка *Hymenochaetales*. Таким образом, до получения сиквенсовых данных по генам рРНК четырех остальных видов *Botryodontia*, этот род можно рассматривать как дополнение к комплексу *Huiphodontia* s. l. В таком составе *Huiphodontia* s. l. не выходит за пределы естественной группы *Hymenochaetales*.

Объединение сведений из интернет-ресурсов *Index Fungorum*, *Mycobank*, *Cortbase*, а также наших данных позволило инвентаризовать все признаваемые ныне виды *Huiphodontia* s. l. (включая *Botryodontia*), число которых составило 127. Семь новых видов было описано в результате исследований с участием первого автора (Е. Юрченко), а вторым автором (S.H. Wu) как в единоавторстве, так и в соавторстве с другими микологами было описано еще 14 видов. В историческом аспекте изучение видового разнообразия рода представляет следующую картину: признаваемые ныне виды были впервые описаны в видовом статусе в период с 1788 по 2014 год. Если разделить этот временной интервал на 10 периодов по 26 лет, то можно отметить, что с 1811 по 1923 год описание новых видов шло очень равномерными темпами: от 3 до 5 видов на период. За последние четверть века были описаны более 40 % видов. В последнее десятилетие (2005–2014), т. е. после выхода монографической обработки рода [4], были описаны или скомбинированы 22 новых вида.

Сиквенсы ITS и 28S рДНК ныне получены различными исследователями только для 36 видов *Huiphodontia* s. l., что охватывает только 28 % видового разнообразия рода. На основе таксонов, для которых известны сиквенсы, нами было проведено филогенетическое исследование *Huiphodontia* s. l. [9]. Топология полученных филограм в общих чертах совпала с результатами [5]. При этом Байесова консенсусная филограмма в нашей работе под-

тверждает правомерность выделения родов *Lagarobasidium*, *Kneiffiella*, *Huiphodontia* s. str. и *Hastodontia*. Остальные роды (*Xylodon*, *Rogerella*, *Lyomyces*, *Palifer*, *Schizopora*) не имеют достаточных филогенетических оснований. В частности, *Xylodon* и *Schizopora*, взятые в морфологической концепции [2], с точки зрения молекулярной филогении представляют единый род. Вероятно, в этом кроется главная причина огромной таксономической запутанности *Huiphodontia* s. l., когда одни и те же виды комбинировались разными специалистами в родах *Xylodon*, *Schizopora*, *Huiphodontia*. Полученные филограммы [9] создают определенные предпосылки для отнесения к самостоятельному роду *Huiphodontia crustosa*, *H. juniperi*, *H. sambuci* и родственных им видов.

Для биогеографической характеристики рода наиболее простым приемом будет рассмотрение тех стран, в которых имеются места сбора типов (*locus classicus*) видов *Huiphodontia* s. l. Сведения от типе имеются для 123 видов. В этом отношении выделяются Тайвань (20 видов с типовым местонахождением), Швеция (15 видов), Аргентина (14 видов). Для Аргентины в провинции Огненная Земля известны типовые местонахождения для 5 видов, что показывает несомненное своеобразие микобиоты острова. От 6 до 8 видов на страну были собраны в *locus classicus* в США, Франции, Новой Зеландии. Для Бразилии, Венесуэлы, Финляндии, Китая, Японии известны типовые местонахождения 4–5 видов на страну. Два-три вида были впервые описаны из Камеруна, Танзании, Реньона, Польши, Индии, Вьетнама, Австралии. Как видим, Африканский континент пока остается мало охваченным с точки зрения изучения биоразнообразия гифодонций и грибов вообще и в будущем может представлять перспективную платформу для научного «микотуризма». Мало уникальных видов отмечено на Австралийском континенте, что не согласуется с его размером и изолированным положением. Более 40 % видов пока известны только в границах стран, откуда они были впервые описаны.

Для России имеется классическое местонахождение только одного вида, *H. altaica* (Горно-Алтайская АО). Один из северо-азиатских видов получил видовое название *H. jacutica*, но не был описан валидно [1, p. 635].



Среди видов, обладающих протяженными ареалами, в отношении морфологической изменчивости выявлены как мало изменчивые, так и сильно изменчивые представители. Например, нами отмечена морфологическая идентичность *H. nespори*, собранной в Великобритании и на Тайване. В то же время такие таксоны, как *H. sambuci* и *H. crustosa*, несомненно, представляют виды-линнеоны, которые будут в дальнейшем расщеплены на более мелкие холодо- и теплолюбивые виды. Пример высокой морфологической изменчивости вида на небольшом участке ареала представляет *H. breviseta* в масштабах Республики Беларусь.

При изучении гербарного материала, хранящегося в коллекции Национального музея естествознания (Тайчун, Тайвань), собранного из трех азиатских стран (Китай, Тайвань, Вьетнам), нами установлены по меньшей мере 16 провизорных, еще не описанных видов *Hypho-*

*dontia* s. l., представленных пока единственным образцом. Большая часть этих видов, если руководствоваться сходством морфологии, относятся к родству *H. crustosa*, *H. fimbriata*, *H. lanata*, *H. sambuci*. Учитывая данные по Восточной Азии и своеобразие микобиоты других макрорегионов, предполагается, что углубленные исследования могут увеличить число описанных в мире видов гифодонций почти на треть.

Результатом работы явилось составление дихотомического ключа ко всем видам *Hyphodontia* s. l. В ключе были учтены также таксоны, опубликованные в литературе как *Hyphodontia* sp., либо с формулировками cf./aff. Таковые известны из Венесуэлы, Канады, Швеции. Были приняты во внимание виды Северной Евразии из родства *H. breviseta*-*H. aspera*, для которых опубликованы описания, но пока нет протоколов [3].

#### Список литературы

1. Eriksson J., Ryvarden L. The Corticiaceae of North Europe. Vol. 4: Hyphodermella - Mycoacia. Oslo: Fungiflora, 1976. P. 549–886.
2. Hjortstam K., Ryvarden L. A checklist of names in Hyphodontia sensu stricto - sensu lato and Schizopora with new combinations in Lagarobasidium, Lyomyces, Kneiffiella, Schizopora, and Xylodon // Synopsis Fungorum. 2009. Vol. 26. P. 33–55.
3. Kotiranta H., Saarenoksa R. Three new species of Hyphodontia (Corticiaceae) // Annales Botanici Fennici. 2000. Vol. 37. P. 255–278.
4. Langer E. Die Gattung Hyphodontia John Eriksson. Berlin, Stuttgart: J. Cramer, 1994. 298 p.
5. Larsson K.-H., Parmasto E., Fischer M., Langer E., Nakasone K. K., Redhead S. A. Hymenochaetales: a molecular phylogeny for the hymenochaetoid clade // Mycologia. 2006. Vol. 98, № 6. P. 926–936.
6. Sell I., Kotiranta H., Miettinen O., Pöldmaa K. Molecular analysis confirms that Botryodontia millavensis and Oxyporus philadelphi are conspecific // Mycological Progress. 2014. Vol. 13. Is. 1. P. 65–74.
7. Yurchenko E. Corticioid fungi (Basidiomycetes) in different biocoenoses of Byarezinski Biosphere Reserve, Belarus // Karstenia. 2003. Vol. 43, № 2. P. 55–65.
8. Yurchenko E. The assemblages of corticioid fungi (Basidiomycetes) in broadleaf-spruce forests in Belarusian Moraine Ridge Physiographic Province // Karstenia. 2007. Vol. 47, №1. P. 17–28.
9. Yurchenko E., Wu S.H. Three new species of Hyphodontia with peg-like hyphal aggregations // Mycological Progress. 2014. Vol. 13. Is. 3. P. 533–545.
10. Yurchenko E., Wu S. H. Fibrodontia alba sp. nov. (Basidiomycota) from Taiwan // Mycoscience. 2014. Vol. 55. Is. 5. P. 336–343.

E. O. Yurchenko<sup>1</sup>, S.H. Wu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Paleski State University, Belarus, Pins

<sup>2</sup>National Museum of Natural Science, Taiwan, Taichung  
e-mail: eugene\_yu@tut.by

#### HYPHODONTIA SENSU LATO: AN EXPERIENCE OF THE GENUS GLOBAL INVENTORY

**Summary.** For the inventory in global scale, a working concept of *Hyphodontia* s. l. was proposed.

The genus in its broad sense includes 12 genera, in which *Hyphodontia* names were combined by vari-

ous taxonomists. The genus *Fibrodontia* was excluded from consideration; the genus *Botryodontia* was added to our concept. Thus all 13 hyphodontioid genera belong to the order Hymenochaetales. In the whole, *Hyphodontia* s. l. incorporates 127 accepted species. More than 40% of them were described in last 25 years and 22 species were de-

scribed in last decade. Type localities for species of *Hyphodontia* s. l. are concentrated in three main countries: Taiwan (20 species), Sweden (15 species), and Argentina (14 species). At least 16 provisional new species, each as a single specimen, were distinguished by us among collections from China, Taiwan and Vietnam, stored in TNM herbarium.

S. M. Badalyan

Yerevan state university

Yerevan, Armenia

e-mail: badalyan\_s@yahoo.com

## CHEMICAL COMPOSITION OF MYCELIA OF DIFFERENT COLLECTIONS OF COPRINOID MUSHROOMS\*

Mushrooms are becoming important in human diet for their nutritional and medicinal properties. Chemical composition and nutritional quality of mushrooms, particularly dietary and medicinal significance of fatty acids and sugars have been reported [1, 2]. Coprinoid mushrooms (CMs) are the species of traditional genus *Coprinus* Pers. (family Coprinaceae) currently divided into new genera (clades): *Coprinus* (family Agaricaceae), *Coprinopsis*, *Coprinellus* and *Parasola* (family Psathyrellaceae) [3]. They are mainly fimicolous however species have also been found on woody materials [4, 5]. Several CMs are sources of bioactive compounds (polysaccharides, terpenoids, phenolics, etc.) with immune-modulating, antimicrobial, antioxidant, hypoglycemic, mitogenic, nematocidal and other effects [6–9]. However, data concerning chemical composition and medicinal properties of CMs is scarce.

Free sugars and fatty acids composition of ethanolic mycelial extracts obtained from 27 strains of 17 species from clades *Coprinus* (*C. comatus*), *Coprinellus* (*C. curtus*, *C. disseminatus*, *C. domesticus*, *C. ellisii*, *C. micaceus*, *C. aff. radians I*, *C. aff. radians II*, *C. xanthothrix*, *C. sp.*) and *Coprinopsis* (*C. cinerea*, *C. cothurnata*, *C. gonophylla*, *C. lagopides*, *C. maysoidispora*, *C. strossmayeri*), as well as not yet reclassified species *Coprinus patouillardii* was screened. Quantitative analysis of monosaccharides (mannose, mannitol, fructose) and disaccharides (trehalose, saccharose) was carried out by HPLC (Waters), while quantitative and qualitative

analysis of unsaturated (oleic, linolic) and saturated (palmitic, stearic, myristic) fatty acids (FAs) was performed by Gas-chromatography (Shimadzu GC 2010, Japan) methods [10, 11].

Mannitol and trehalose were detected in all samples which proved their large distribution in agarics mushrooms [12, 13]. The highest amount of mannitol was revealed in *C. aff. radians II* (6.57 mg/100g) while the lowest quantity in *C. lagopides* (0.75 mg/100g). The highest amount of trehalose was detected in *C. comatus* (10.12 mg/100g), while the lowest quantity in *C. disseminatus* (1.38 mg/100g). Mannose was only revealed in *C. gonophylla* (1.33 mg/100g), *C. xanthothrix* (0.67 mg/100g), *C. ellisii* (0.36 mg/100g) and *C. patouillardii* (0.19 mg/100g). It was absent in *C. comatus*. Fructose was also found in low quantity in *C. disseminatus*, *C. micaceus* and *C. aff. radians I* (1.19, 1.4 and 0.73 mg/100g, respectively), as well as in *C. strossmayeri*, *C. cinerea* (0.2 and 1.05 mg/100g) and 2 strains of *C. comatus* (0.12 and 0.25 mg/100g). A higher amount of fructose was revealed in *C. patouillardii* (1.65 mg/100g). Saccharose was only detected in *C. disseminatus* and *C. xanthothrix* (1.08 and 0.56 mg/100g). It was absent in *Coprinopsis* species, *C. comatus* and *C. patouillardii*. Total amount of five sugars was low in *C. curtus* (5.6 mg/100g) but high in *C. comatus* (up to 12.51 mg/100g). By total sugar composition almost no difference was found in *Coprinellus* (5.6–10.45 mg/100g) and *Coprinopsis* (6.16–10.03 mg/100g) species. Higher concentration of sugar was detec-

\* The research was supported by DAAD Grants (548.104401.174; 548.104401.317).

ted in *C. comatus* (8.5–12.51 mg/100g). The content of mannitol was higher in *Coprinellus* (2.94–5.37 mg/100g) and *Coprinus* (2.14–4.25 mg/100g), rather than *Coprinopsis* (1.45–2.86 mg/100g) clades, while the content of trehalose was higher in *Coprinus* (6.15–10.12 mg/100g), *Coprinopsis* (3.78–7.22 mg/100g) then *Coprinellus* (1.38–5.31 mg/100g) clades. Tested free sugars, except saccharose, were revealed in *C. patouillardii*.

Lineolic, oleic, palmitic, stearic and myristic FAs were present in tested CMs. Unsaturated lineolic and saturated palmitic acids were revealed in all samples. Oleic acid was found in *C. disseminatus*, *C. domesticus*, *C. aff. radians* I, *C. xanthothrix*, *C. sp.*, *C. strossmayeri* and *C. patouillardii*. The stearic acid was detected in all samples, except *C. domesticus*, *C. sp.* and *C. strossmayeri* (1 strain). Myristic acid was revealed in *C. curtus*, *C. micaceus*, *C. xanthothrix*, *C. gonophylla* and *C. comatus* (2 str.) [14]. Five FAs were detected in *Coprinus* clade (family Agaricaceae) as opposed to clades *Coprinellus* and *Coprinopsis* (family Psathyrellaceae). *C. patouillardii* contains all FAs, except myristic. Linoleic, palmitic and stearic acids are the main FAs in CMs.

Quantitative analysis revealed up to 64.73 % of lineolic and 53.82 % of palmitic acids. Myristic acid was detected in up to 9.11 %, while oleic and stearic acids in 55.18 % and 29.11 %, respectively. By content of lineolic acid *Coprinellus* (28.02–64.73 %) and *Coprinopsis* (31.07–63.18 %) species did not differ. Its quantity was lower in *C. comatus* (28.22–38.65 %). The oleic acid was detected in 11 from 27 collections (10.04–46.49 %). Its amount was relatively higher in *Coprinellus* species (up to 46.49 %) and *C. comatus* (up to 25.85 %). Oleic acid was not detected in *Coprinopsis* samples, except 2 strains of *C. strossmayeri* (10.04 % and 13.22 %). The content of lineolic and oleic acids in *C. patouillardii* was 60.32 % and 10.07 %, respectively. Thus, the total amount of unsaturated FAs in *Coprinellus* species was 33.36–92.27 %, while in *Coprinopsis* species and *C. comatus* was 31.07–71.18 % and 56.07–64.50 %, respectively. More than 50 % of unsaturated FAs

were detected in *C. micaceus* (58.11–63.70 %), *C. domesticus* (60.85 %), *C. aff. radians* I (64.73 %), *C. xanthothrix* (61.41–70.64 %), *C. sp.* (92.27 %), *C. gonophylla* (63.18 %), *C. strossmayeri* (44.96–71.18 %) and *C. patouillardii* (70.39 %). The lowest quantity of saturated palmitic acid was found in *C. sp.* (8.74 %), while the highest amount in *C. cinerea* (53.82 %). A higher amount of palmitic acid was revealed in *Coprinopsis* (18.73–53.87 %), rather than *Coprinellus* (8.74–48.23 %) species. In *C. comatus*, its content was 28.00–39.08 %. Stearic acid was present in lower quantity (4.81–28.15 %) in all samples, except *C. domesticus*, *C. xanthothrix* (1 str.), *C. sp.*, *C. strossmayeri* (1 str.). Its content was almost equal in *Coprinellus* (6.98–28.15 %) and *Coprinopsis* (6.26–21.10 %) clades but low in *C. comatus* (4.81–8.34 %). Up to 9.11 % of myristic acid was only detected in *C. curtus* (1 str.), *C. micaceus*, *C. xanthothrix* (1 str.), *C. maysoidispora* and *C. comatus* (2 str.). The highest amount of total saturated FAs was found in *C. curtus* (66.39 %) and *C. maysoidispora* (64.22 %). In *C. patouillardii*, the content of palmitic and stearic acids was 22.39 % and 6.35 %, respectively, while myristic acid was absent. The content of total unsaturated FAs in *Coprinellus* (33.36–92.27 %), *Coprinopsis* (31.07–71.18 %) and *Coprinus* (49.06–64.50 %) species was higher than the content of saturated FAs (8.74–66.39 %, 25.58–67.87 % and 33.52–47.41 %, respectively). In *C. patouillardii*, the quantity of total unsaturated FAs was higher (70.39 %) than saturated FAs (28.74 %), as well.

The obtained data confirmed that linoleic, palmitic and stearic acids are predominant in mushrooms. The presence of high amount of unsaturated FAs in the mycelia of CMs, particularly *Coprinellus* species makes perspective further studies to develop novel dietary products. Current results with morphological data [15] will support ongoing phylogenetic reconstruction of CMs. Moreover, they allow supposing that not yet reclassified species *C. patouillardii* likely belongs to *Coprinellus* clade.

## References

1. Ribeiro B., de Pinho P. G., Andrad, P. B., Batista P., Valentão P. Fatty acid composition of wild edible mushrooms species: A comparative study // *Microchemical J.* 2009. Vol. 93. P. 29–35.
2. Gao P., Hirano T., Chen Zh., Yasuhara T., Nakata Y., Sugimoto A. Isolation and identification of C-19 fatty acids with anti-tumor activity from the spores of *G. lucidum* // *Fitoterapia.* 2012. Vol. 83. P. 490–499.
3. Redhead S. A., Vilgalys R., Moncalvo J. M., Johnson J., Hopple J. S. *Coprinus* Pers. and the deposition of *Coprinus* species s. l // *Taxon.* 2001. Vol. 50. P. 203–241.

4. Navarro-González M., Badalyan S. M., Avetisyan H. K., Holdenrieder O., Kües U. Lignocellulose degrading activities within *Coprinus* species // Mol. Biol. Fungi. Goettingen, Germany. 2003. P. 70.
5. Badalyan S. M., Szafranski K., Hoegger P., Navarro-González M., Majcherczyk A., Kües U. New Armenian wood-associated coprinoid species: *Coprinopsis strossmayeri* and *Coprinellus aff. radians* // Diversity. 2011. Vol. 3. P. 136–154.
6. Suay I., Arenal F., Asensio F. J., Basilio A., Cabello M. A., Díez M. T. et al. Screening of basidiomycetes for antimicrobial activities // Anton. Leeuw. 2000. Vol. 78. P. 129–139.
7. Han B. Y., Toyomasu T., Shinozawa T. Induction of apoptosis by *Coprinus disseminatus* mycelial culture broth extract in human cervical carcinoma cells // Cell Struct Funct. 1999. Vol. 24. P. 209–215.
8. Badalyan S. M., Sisakyan S. H. Study of antiprotozoal activity and mitogenic effect within medicinal mushrooms *Lentinula edodes*, *Coprinus comatus* and *Flammulina velutipes* // IJMM. 2005. Vol. 7. P. 382–383.
9. Badalyan S. M., Melikyan L. R., Navarro-González M., Kües U. Antibacterial activity of several corinoid mushrooms // Biotechnol. Health. Yerevan, Armenia. 2003. P. 133–134.
10. Cho S.-M., Jang K.-Y., Park H. J., Park J.-S. Analysis of the chemical constituents of *Agaricus brasiliensis* // Mycobiology. 2008. Vol. 36. P. 50–54.
11. Arens M., Schulte E., Weber K. Fettsäuremethylester, Umesterung mit Trimethylsulfoniumhydroxid (Schnellverfahren) // Europ. J. Lipide. Sci. Techn. 1994. Vol. 96. P. 67–68.
12. Kalač P. A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms // J. Sci. Food. Agric. 2013. Vol. 93. P. 209–218.
13. Stojković D., Reis F. S., Barros L., Glamočlija J., Ćirić A., van Griensven L. J. et al. Nutrients and non-nutrients composition and bioactivity of wild and cultivated *Coprinus comatus* (O. F. Müll.) Pers. // Food Chem. Toxicol. 2013. Vol. 59. P. 289–296.
14. Badalyan S. M., Gharibyan N. G., Mkrtchyan J. A. Fatty acids composition in coprini mushrooms // Abstracts IMMC7, Beijing, China. 2013. P. 184–185.
15. Badalyan S. M., Navarro-González M., Kües U. Taxonomic significance of anamorphic characteristics in the life cycle of coprinoid mushrooms // Mushroom Biology & Mushroom Products. Arcachon, France. 2011. P. 140–154.

С. М. Бадалян

Ереванский государственный университет  
г. Ереван, Армения  
e-mail: badalyan\_s@yahoo.com

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИЦЕЛИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ КОПРИНОИДНЫХ ГРИБОВ

Грибы обладают ценным питательным и лекарственным свойствами и играют значительную роль в диетическом питании человека. Был проведен химический скрининг этанольного экстракта мицелия 27 штаммов 17 видов коприноидных грибов на наличие свободных сахаров (манитол, фруктоза, манноз, трегалоз, сахароз), ненасыщенных (линолевая, олеиновая) и насыщенных (пальмитиновая, стеариновая, миристиновая) жирных кислот. Манитол, трегалоза, линеоловая и пальмитиновая кислоты были отмечены у всех коллекций. Высокое содержание сахаров отмечалось у *Coprinus*

*comatus*. Количество ненасыщенных жирных кислот по сравнению с насыщенными доминировало, в частности у видов *Coprinellus*, что позволяет оценивать их как перспективными для дальнейших исследований с целью получения новых диетических биотех добавок. Оценено значение полученных результатов в современных таксономических разработках коприноидных грибов.

## MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VEGETATIVE MYCELIA AND ANAMORPHS IN DIFFERENT COLLECTIONS OF XYLOTROPHIC BASIDIOMYCETOUS MUSHROOMS\*

Studies of morphological characteristics of vegetative mycelia and asexual stages – anamorphs (sporulating and/or not sporulating) in the life cycle of basidiomycetous mushrooms provide valuable information on their biology and classification [1–9].

Different collections of 22 species (27 strains) of xylotrophic Basidiomycetes belonging to 15 genera (*Flammulina elastica*, *F. velutipes*, *F. ros-sica*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma adspersum*, *G. lucidum*, *G. resinaceum*, *Hypholoma fasciculare*, *Laetiporus sulphureus*, *Lentinus tigrinus*, *Panellus stipticus*, *Phellinus igniarius*, *Ph. robustus*, *Pholiota alnicola*, *Ph. aurivella*, *Ph. destruens*, *Piptoporus betulinus*, *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus varius*, *Psathyrella condolleana*, *Schizophyllum commune*) from the Culture Collection of the Laboratory of Fungal Biology and Biotechnology, Yerevan State University (FCC-YSU) [10] were observed for morphologies with focus on hyphal clamps, presence and types of anamorphs, chlamydospores, cuticular cells, hyphal loops and others. Dikaryotic cultures were isolated from fruiting bodies collected on different wood substrates in territories of Armenia, Russia, Germany, France, Italy and Iran. Malt-extract agar medium (1.5 % MEA) with chloramphenicol (100 mg/L) was used for culture isolation. Collections were genetically identified based on nuclear rDNA-ITS and partial 28S sequencing data [11–12]. Micromorphological observations were realized after growing mycelia on sterile microscope cover slips placed onto MEA plates [13–15]. An Axioplan-2 imaging microscope (Zeiss, Göttingen, Germany) with digital camera using AnalySIS® software (Münster, Germany) were used for morphological studies of mycelia and anamorphic structures. Taxonomic significance of mycelial and anamorphic structures was evaluated. So far mostly still neglected, we ex-

pect that taxonomically relevant mycelial, particularly anamorphic characters will assist modern systematics within Basidiomycetes similar in addition to descriptions of mushroom features used already for long in Basidiomycetes taxonomy.

Hyphal branching is one criterion as how fungal cultures can be specified and species distinguished. Mostly in the basidiomycetes, side branches originate at one side from below a hyphal septum. The growth angle of the sidebranch in relation to the parental hyphae can vary between the homokaryon and the dikaryon of a species. Possibly due to the formation of a clamp cell, by space limitation the angle of branching is smaller. In species forming hyphal strands, the growth angle of a sidebranch can be so sharp that the sidebranch runs parallel to the parental hyphae. Within cultures, there can be also very specific branching patterns. In *Ganoderma* cultures, particularly *G. lucidum* and *G. adspersum* dichotomous branching patterns were regularly observed.

In most cultures of dikaryons, single clamp cells were observed at the septa. Clamp cells between species differed in size, shape and numbers – small or giant, oval or round, numerous or rare, with or without an inner loop formed by the backwards arching clamp cells. Clamps were not observed in culture of *Ph. robustus*. Cylindrical, from slightly curved to rounded forms of hyaline oidia were observed in *F. elastica*, *F. velutipes*, *F. ros-sica*, *F. fomentarius*, *F. pinicola*, *G. lucidum*, *H. fasciculare*, *L. sulphureus*, *Ph. alnicola* and *Ph. aurivella* cultures. Chlamydospores were observed mainly in substrate mycelia in aging cultures of three *Flammulina* species, *G. lucidum*, *G. resinaceum*, *L. sulphureus*, *L. tigrinus*, *P. stipticus*, *Ph. alnicola*, *Ph. destruens*, *P. ostreatus* and *S. commune*. Depending on the strain, they were rare or numerous, round, oval or of lemon shapes, appeared singly

or in chains, apical and intercalary within hyphae. Abundantly produced species-specific apical and intercalary formed chlamydospores of *G. resinaceum* have been called gasterospores, while those thick-walled spores formed on conidiophores by aerial mycelium of *L. sulphureus* (called also terminal aleuriospores) in laboratory conditions are known under the anamorphic name *Sporotrichum versisporum*. Species specific tubercles (toxocysts-like structures erected from the hyphae at 90°) are a typical mycelial character of *S. commune*. Hyphal loops and loop formation phenomena by coiling of the apical part of hyphae have repeatedly been observed in *F. fomentarius*, *H. fasciculare*, *G. applanatum*, *L. tigrinus*, in rare numbers also in *Ph. robustus*, *Ph. destruens*, *P. varius* and *S. commune* cultures. Cuticular cells are terminal, lateral or intercalary swellings or complexes of swellings, with thin or thickened, hyaline or brownish walls forming a pseudoparenchymatous crust [1]. In literature, they were described from cultures of several Basidiomycetes fungi (*Polyporus squamosus*, *Xerula radicata*, *Collybia fusipes*, *Hymenochaete rubiginosa*, *H. tabacina*, *Armillaria mellea* and closely related species, etc.) as pseudosclerotial plate, mycelial crust or mycelioiderm [16]. In 25 further

species from the genera *Clitocybe*, *Clitopilus*, *Entoloma*, *Galerina*, *Lactarius*, *Psathyrella*, *Lepista*, *Leophyllum*, *Marasmius*, *Mycena*, *Pholiota*, *Xerula*, *Melanoleuca* and *Tubaria* formation of cuticular cells was mentioned in literature but without morphological details [16]. In our collection, cuticular cells have been observed for the first time in aging cultures of four species: *F. fomentarius*, *G. adpersum*, *G. lucidum* and *P. betulinus*. In strain Ff-9 of *F. fomentarius* cuticular cells were rare, round, hyaline and thin-walled. In the Armenian Ga-9 strain of *G. adpersum*, they were numerous and also round, hyaline and thin-walled, while in the Iranian strain 1016 they were round, thick-walled and brownish. In the Chinese strain GLU13 of *G. lucidum*, cuticular cells were also round, thick-walled and brownish. Numerous, long, ellipsoid cuticular cells were typical for *P. betulinus* cultures. Crystals of different sizes and shapes occurred in many species of the studied collection. Mainly small, formless crystals were observed on the surface of hyphae of *F. elastica*, *F. rossica*, *G. applanatum*, *G. lucidum*, *L. tigrinus*, *P. stripticus*, *Ph. aurivella*, and *P. varius*, while larger octahedral crystals were present in agar medium of *G. applanatum*, *L. tigrinus*, *Ph. destruens*, *P. varius*, and *P. condolleana* cultures.

## References

1. *Stalpers J. A.* Identification of wood-inhabiting Aphyllophorales in pure culture // *Study Mycol.* 1978. Vol. 16. P. 1–248.
2. *Kendrick B., Watling R.* Mitospores in Basidiomycetes // *The Whole Fungus*, 1979. Vol. 2. National Museums of Canada, Ottawa, Canada. P. 473–546.
3. *Garibova L. V., Melik-Khachatrian J. H., Badalian S. M., Darakov O. B.* Anamorph in the life history of *Nematoloma fasciculare* (Huds. : Fr.) Karst. // *Mikol. Fitopatol.* 1986. Vol. 20. P. 161–166.
4. *Buchalo A. S., Šašek V., Zacordonec O. A.* Scanning electron microscopic study of anamorphs of some Basidiomycetes in culture // *Folia Microbiol.* 1985. Vol. 30. P. 506–508.
5. *Watling R.* The morphology, variation and ecological significance of anamorphs in the Agaricales // *The Whole Fungus*, 1979. Vol. 2. Ottawa, Canada. P. 453–472.
6. *Reshetnikov S. V.* Evolution in the asexual reproduction of higher Basidiomycetes. Kiev: Naukova Dumka, 1991.
7. *Walther G., Garnica S., Weiss M.* The systematic relevance of conidiogenesis modes in the gilled Agaricales // *Mycol. Res.* 2005. Vol. 109. P. 525–544.
8. *Walther G., Weiss M.* Anamorphs of the Bolbitiaceae (Basidiomycota, Agaricales) // *Mycologia.* 2006. Vol. 98. P. 792–800.
9. *Walther G., Weiss M.* Anamorphs on the Strophariaceae (Basidiomycota, Agaricales) // *Botany.* 2008. Vol. 86. P. 551–566.
10. *Badalyan S. M., Garibyan N. G., Sakeyan C. Z.* Catalogue of the Fungal Culture Collection of the Yerevan State University; Yerevan State University: Yerevan, 2005. 58 p.
11. *Naumann A., Navarro-González M., Sanchez-Hernandez O., Hoegger P. J., Kües U.* Correct identification of wood-inhabiting fungi by ITS analysis // *Curr. Trends Biotechnol. Pharm.* 2007. Vol. 1. P. 41–61.
12. *Badalyan S. M., Shnyreva A. V., Iotti M., Zambonelli A.* Genetic resources and cultural characteristics of several medicinal polypore mushrooms (Basidiomycota, Polyporales) // *Int. J. Med.* 2015. Vol. 17 (4), Mushr.

13. Badalyan S. M., Sakeyan C. Z. Morphological, physiological and growth characteristics of mycelium of several medicinal mushrooms (Aphyllorphomycetidae) // Int. J. Med. Mushr. 2004. Vol. 6. P. 347–360.

14. Badalyan S. M., Szafranski K., Hoegger P., Navarro-González M., Majcherczyk A., Kües U. New Armenian wood-associated Coprinoid species: Coprinopsis strossmayeri and Coprinellus aff. radians // Diversity. 2011. Vol. 3. P. 136–154.

15. Badalyan S. M., Navarro-González M., Kües U. Taxonomic significance of anamorphic characteristics in the life cycle of coprinoid mushrooms // Mushr. Biol. Mushr. Products, ICMBMP7. Arcachone, 2011. P. 140–154.

16. Clémentçon H. Cytology and Plectology of the Hymenomycetes. J. Cramer: Berlin/Stuttgart, 2012.

С. М. Бадалян<sup>1</sup>, У. Кьюз<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ереванский государственный университет  
Армения, г. Ереван

<sup>2</sup>Институт Бьюсена, Джордж-Огуст Университет  
Геттингена  
Германия

e-mail: badalyan\_s@yahoo.com

### МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕГЕТАТИВНОГО МИЦЕЛИЯ И АНАМОРФ У РАЗЛИЧНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ

Изучение морфологических особенностей вегетативного мицелия, в частности анаморф базидиальных грибов является необходимым для исследования их биологии и таксономии. Были проведены морфологические исследования мицелия 27 дикариотических штаммов 22 видов ксилотрофных базидиальных грибов принадлежащих к 15 родам (*Flammulina elastica*, *F. velutipes*, *F. rossica*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma adspersum*, *G. lucidum*, *G. resinaceum*, *Huophiloma fasciculare*, *Laetiporus*

*sulphureus*, *Lentinus tigrinus*, *Panellus stipticus*, *Phellinus igniarius*, *Ph. robustus*, *Pholiota alnicola*, *Ph. aurivella*, *Ph. destruens*, *Piptoporus betulinus*, *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus varius*, *Psathyrella condolleana*, *Schizophyllum commune*). У исследованных коллекций были описаны наличие и морфологические особенности гифальных пряжек и петель, анаморф, в частности оидий и хламидоспор, кристаллов, а также кутикулярных клеток. Оценена таксономическая значимость выявленных мицелиальных структур.

N. V. Filippova<sup>1</sup>, M. N. Thormann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yugra state university  
Khanty-Mansiysk

<sup>2</sup>Aquilon Environmental Consulting Ltd.  
Edmonton, Canada

e-mail: filippova.courlee.nina@gmail.com, markus.thormann@aquilonconsulting.ca

### ON THE PHENOLOGY OF LARGER FUNGI IN RAISED BOGS: FIRST YEAR PERMANENT PLOTS MONITORING RESULTS

**Introduction.** Fungal communities play significant roles in biogeochemical cycling in peatlands globally. Thus, understanding their compositions and community dynamics is crucial towards the sustainable use of these ecosystems. The main roles of fungi in peatlands include the formation of mycorrhizas with most plant species, including trees,

shrubs, and some herbaceous plant species, and the decomposition of various organic materials, i.e. litters and organic soil (peat) components. To date, more than 700 taxa of fungi have been described from peatlands globally [10]; however, two bogs in close proximity of each other may contain as many as 350 fungal taxa (unpublished data). Previ-

ous studies of fungal community in peatlands have addressed different fungal guilds, including peat microfungi, fungi on arthropods, freshwater fungi, mycorrhizal fungi, macromycetes, yeasts, chytridiomycetes, and others. The approaches of those studies are similarly varied and include purely taxonomic or diversity studies, fungal biomass investigations, and examinations of capacities of different fungal taxa to decompose specific organic materials. Moreover, previous studies have used a range of techniques to elucidate the diversity of fungi in peatlands, ranging from classical taxonomic approaches to molecular methods [2].

Our studies in the central Taiga of West Siberia so far has consisted of direct observation of fungal fruiting bodies (carpophores) in several peatlands, with a focus on community composition, the quantitative/spatial structure of fungal consortia of different bog plant litters [5], as well as examinations of macrofungal communities [7]. In studying fungal communities, their responses to varying environmental conditions are as important as their community composition. Thus, climatic conditions can influence some aspects of fungal community dynamics in peatlands as well as in other ecosystems, such as upland forests. The nature of the influence of climate on fungal community dynamics is important to understand, given the wide distribution of altered peatlands and the anticipated impacts on peatlands resulting from a changing climate.

The approach to enumerate carpophores in permanent plots has been used previously to gain an understanding of fungal species richness and diversity in ecosystems [9], but, to our knowledge, this approach has not been used in peatlands previously. As such, we initiated a long-term monitoring program for larger fungi fruiting in permanent plots in a bog, with the goal to also elucidate the relationship between carpophore abundance and environmental variables. Long-term monitoring of fungal fruiting dynamics in other ecosystems has indicated a significant relationship between the timing of carpophore formation and some macroclimatic variables, including air temperature and precipitation, which could result in shifts in fungal fruiting patterns as the climate is changing [1, 3]. The influence of these macro-climatic variables is further complicated by micro-climatic and site-specific variables, including landscape, soil and lit-

ter structure, plant community composition, etc., which additionally influence fungal fruiting dynamics. The relationship between environmental and climatic variables and carpophores dynamics has only been addressed in a few studies in peatlands to date [8].

**Objectives and methods.** We established a series of monitoring plots to study the quantitative and spatial characteristics of macromycete communities in a raised bog in the central Taiga of West Siberia [7]. First-year observations (in 2013) of macromycetes in twenty plots within a 1 km<sup>2</sup> area has shown that there are two distinct communities of fungi corresponding to two distinct vegetation communities (e.g. treed bogs vs. graminoid-*Sphagnum* lawns), which have developed under different hydrologic and micro-climatic conditions. Moreover, our data showed a significant peak in carpophore abundance from the end of August to mid-September in both lawn and treed bog vegetation communities. In an effort to understand better which environmental and climatic drivers influence carpophore development in macromycetes [6], we established a series permanent study plots in this bog as part of a long-term monitoring program.

The long-term monitoring plots were located along a boardwalk near the Mukhrino Field Station of Yugra State University [4] and replaced the previously established plots, which did not have boardwalks near them, thereby eliminating any future impacts to the bog as a result of ongoing research programs. The new plots are located in the same study area and in the same vegetation communities as those from the previous research program. A total of 277 circular 5 m<sup>2</sup> (for a total area of 1385 m<sup>2</sup>) long-term monitoring plots were established in May 2014. This total area is nearly evenly divided between the treed bogs and lawn plant communities and incorporates topographic and plant community variation within both plant communities. An area of about 700 m<sup>2</sup> will be sufficiently large to reveal the fungal community diversity within lawns; however, this area will be too small for the treed bogs, as was previously shown [7]. Therefore, we will establish additional monitoring plots in the treed bogs in 2015. The long-term monitoring plots were located 5 m apart in a straight line along the boardwalk, ensuring that plots fell only into “pure”, or typical, bog plant communities, i.e. plots were



not established in transitional zones or disturbed areas within the treed bog and lawn plant communities. The plots were visited weekly, and carpophores of different fungal taxa were counted and collected for subsequent identification. Enumerated carpophores were carefully removed from the plots, with the exception of Red Listed taxa, whose carpophores remained untouched.

Climatic and site-specific data (precipitation, air temperature, soil profile temperature, and soil heat flux) were collected from a micro-climate monitoring station established in the Mukhrino bog in 2010. The data were collected at 30 min. or 1 hr. frequencies in one location (precipitation data from a rain gauge) or at several locations in different bog communities (remaining data).

**Results and discussions.** Fifty macromycete taxa were recorded in the long-term monitoring plots in 2014, which excludes 14 macromycete taxa recorded from this bog in 2013 (four rare taxa from lawns and ten rare to common taxa from the treed bog). Five of the 50 macromycete taxa (or 10 %) were recorded for the first time in the treed bog plant communities in 2014. There were some shifts in the relative abundance of some fungal taxa within each of the two plant community types when comparing the 2013 and 2014 data. For example, *Tephrocybe palustris* and *Galerina tibiicystis* had a higher abundance in lawns in 2014 than in 2013. Conversely, the macromycete community in treed bogs was generally similar in 2013 and 2014, e.g. abundant taxa were similarly abundant in both years, and rare species (here defined as having less

than ten records) were similarly rare in both years. Moreover, the number of macromycete taxa recorded only once from the plots was also similar in 2013 and 2014 (five and six taxa, respectively) (table 1).

An analysis of the carpophores abundance during 2014 growing season showed that the first record of fruiting was on 14 June, with an abundance of 65 carpophores/1000 m<sup>2</sup>, when the sum of positive mean daily temperatures at the soil surface for the year reached about 300 °C. The last record of fruiting occurred on 17 September, with an abundance of 139 carpophores/1000 m<sup>2</sup>. No fruiting had occurred before 14 June (the plots were examined on 31 May and 7 June), and the occurrence of frost on 4, 10, and 14 September initiated the cessation of fruiting in the fall of 2014.

Between 14 June and 17 September, two distinct peaks were apparent for the development of carpophores in the treed bog and lawns, showing a 10-fold difference in the range between minimum and maximum carpophore abundance (from 40 to 393 carpophores/1000 m<sup>2</sup>; Figure 1). The first distinct fruiting peak was at the end of June and consisted mainly of carpophores of *T. palustris*, which is parasitic on *Sphagnum* spp. in lawn communities. This peak occurred during a mostly dry period with only light rains and a rise of the mean daily temperature at the soil surface from 11 °C to 17 °C. Fruiting in lawn communities subsided from July to the beginning of September, likely due to elevated water levels in the bog lawns from heavy precipitation events. A small rise in carpophore

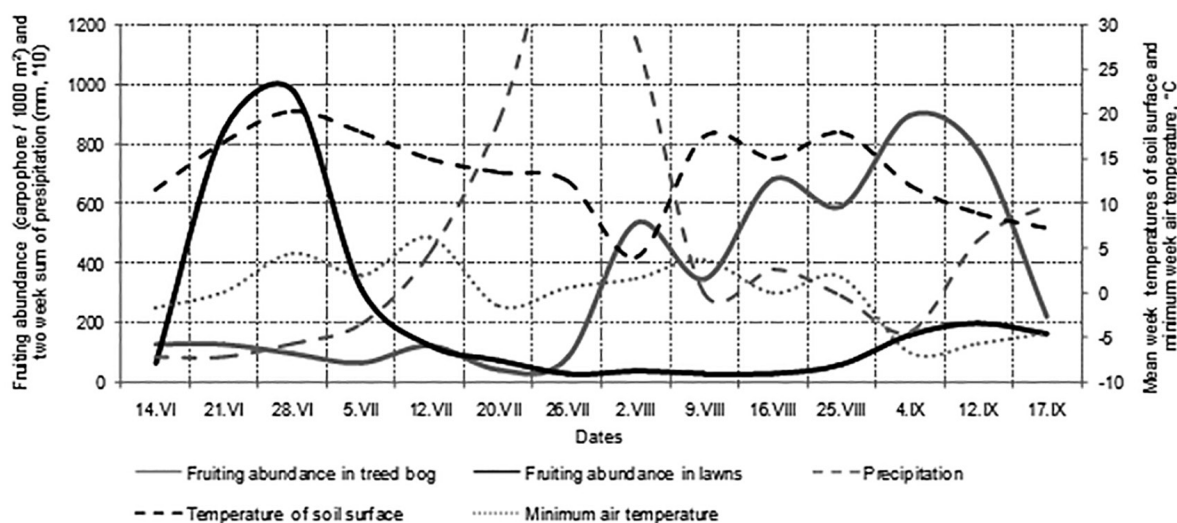


Figure 1. Fruiting dynamics of larger fungi in relation to some climate parameters in long-term monitoring plots in the bog in 2014

Table 1

Fruiting abundance (carpophores per 1000 m<sup>2</sup>) of fungal taxa in long-term monitoring plots in the bog (only species with ≥4 records are shown)

Species	Date (2014)													
	14.VI	21.VI	28.VI	5.VII	12.VII	20.VII	26.VII	2.VIII	9.VIII	16.VIII	25.VIII	4.IX	12.IX	17.IX
<i>Pseudoplectania sphagnophila</i> (Pers.) Kreisel	18													
<i>Arrhenia sphagnicola</i> (Berk.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys	16	23	23	16	19	2	1	1						
<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murril	7	9	4	3	1	1	1	3	3	1	5	6	10	2
<i>Lichenomphalia umbellifera</i> (L.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys	14		5		2					4	1			
<i>Tephroclype palustris</i> (Peck) Donk	35	418	472	153	54	39		5	14	26	37	30	20	5
<i>Arrhenia onisca</i> (Fr.:Fr) Quel.			5	2	1	3								
<i>Galerina tibiicystis</i> (G.F. Atk.) Kühner			3	7	24	5	18	12	4					
<i>Galerina cerina</i> A.H. Smith & Singer			1				2	147	47	38	11	43	45	10
<i>Galerina paludosa</i> (Fr.) Kühner			2		1		1	1				2	1	
<i>Galerina sphagnicola</i> (G.F. Atk.) A.H. Sm. & Singer					1			2			3	37	49	53
<i>Gymnopilus penetrans</i> (Fr.) Murrill						2	1	1		1	1			
<i>Gymnopus androsaceus</i> (L.) J.L. Mata & R.H. Petersen					14		32	37	4	14	23	6	17	23
<i>Suillus sibiricus</i> Sing.							2	6	7	6				
<i>Thelephora terrestris</i> Ehrh.					1		1		2	1	1	1		
<i>Ascocoryne turficola</i> (Boud.) Korf								1	2	2	3	4	5	5
<i>Cortinarius flexipes</i> (Pers.) Fr.								5		3	3	4	2	1
<i>Cortinarius cf. flos-paludis</i> Melot								2	4	18	14	21	19	2
<i>Galerina sphagnorum</i> (Pers.) Kühner								4	49	60	28	46	54	14
<i>Cortinarius semisanguineus</i> (Fr.) Gillet								13	7	24	12	21	13	2
<i>Sphagnomphalia brevibasidiata</i> (Singer) Redhead, Moncalvo, Vilgalys & Lutzoni								6	1	4	2	1	4	
<i>Hebeloma incarnatum</i> A.H. Sm.								5	15	15	11	7	6	3
<i>Mycena concolor</i> (J.E. Lange) Kühner								10	10	10	1	3	20	4
<i>Cortinarius cf. albovariegatus</i> (Velen.) Melot										3	8	45	53	20
<i>Cortinarius huronensis</i> Ammirati & A.H. Sm.								1	13	50	44	72	32	8
<i>Cortinarius cf. obtusus</i> (Fr.) Fr.									4	39	94	160	100	25

abundance occurred in the lawn plant community in mid-September, which may be related to a decrease in precipitation or air temperature (Figure 1). The second distinct fruiting peak started at the beginning of August and consisted mainly of carpophores from fungal taxa associated with the treed bog plant community. At this time, the increase in carpophore abundance was related to an increase in precipitation (two-week sum of pre-

cipitation reached 150 mm; Figure 1). This second distinct fruiting peak consisted of three sub-peaks from the beginning of August to mid-September, corresponding to a rise in the mean daily temperature one week prior (Figure 1).

The fruiting dynamics of different macromycete taxa is shown in the Table (only taxa with more than four records are shown and addressed here). Fourteen taxa started fruiting at the beginning of

the summer (June and July), with one of them having a very short fruiting season (*Pseudoplectania sphagnicola*). Two taxa (*Arrhenia sphagnicola* and *A. onisca*) were recorded only in June and July, while other taxa more or less continuously fruited until the end of the growing season. Eleven taxa were recorded only in late summer (August and September).

Here we present the first year data of a long-term monitoring program on macromycete fruit-

ing dynamics from two bog plant communities (treed and lawns). Our data show that the abundance of carpophores appears to be correlated to environmental and climatic data, particularly air temperature and precipitation. While these relationships are tentative and purely descriptive at this time, additional data from future years will facilitate the use of robust statistical approaches to elucidate the precise relationship of macromycete carpophore dynamics to environmental data.

### References

1. *Arnolds E.* Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, The Netherlands. Part 1. Introduction and Synecology. Vaduz: Cramer, 1981. 407 p.
2. *Artz R., Anderson I., Chapman S. et al.* Changes in fungal community composition in response to vegetation succession during the natural regeneration of cutover peatlands // *Microbial Ecology*. 2007. Vol. 54. P. 508–522.
3. *Büntgen U., Kauserud H., Egli S.* Linking climate variability to mushroom productivity and phenology // *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2011. Vol. 10. P. 14–19.
4. *Lapshina E. D., Alexeichik P., Filippova N. V. et al.* A new peatland research station in the center of West Siberia: available infrastructure and research activities // *Proceedings of the 1<sup>st</sup>Pan-Eurasian Experiment (PEEX)*. Report series in aerosol science. 2015. № 163. P. 236–240.
5. *Filippova N. V.* On the communities of fungi of raised bogs in taiga belt of West Siberia: 2. Microfungi on plant litter // *Mycology and Phytopathology*. 2015. Vol. 49. № 5 (in press).
6. *Filippova N. V., Mourgues A., Philippe F.* Notes on the phenology of fungi in ombrotrophic bog // *Environmental Dynamics and Global Climate Change*. 2014. Vol. 5. P. 1–14.
7. *Filippova N. V., Thormann M. N.* Communities of larger fungi of ombrotrophic bogs in West Siberia // *Mires and Peat*. 2014. Vol. 14. Article 08. P. 1–22.
8. *Salo K.* Mushrooms and mushroom yield on transitional peatlands in Central Finland // *Annales Botanici Fennici*. 1979. Vol. 16. P. 181–192.
9. *Straatsma G., Ayer F., Egli S.* Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot // *Mycological Research*. 2001. Vol. 105. P. 515–523.
10. *Thormann M. N., Rice A. V.* Fungi from peatlands // *Fungal Diversity*. 2007. Vol. 24. P. 241–299.

H. Kotiranta<sup>1</sup>, A. G. Shiryaev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Finish Environment Institute  
Helsinki, Finland*

<sup>2</sup> *Institute of Plant and Animal Ecology UrB RAS  
Ekaterinburg, Russia*

*e-mail: heikki.kotiranta@ymparisto.fi, anton.g.shiryaev@gmail.com*

## APHYLLOPHOROID FUNGA OF YENISEI MERIDIAN (CENTRAL SIBERIA): FIRST APPROXIMATION IN LATITUDINAL GRADIENT

In Northern Eurasia (western and eastern Europe, the Urals), the species richness of aphyllorphoid fungi, is relatively well studied, whereas the vast territory of Siberia is still a mycological «white spot». Nevertheless, big amount of information was collected from the West Siberia during the last decade, and

regular expeditions have enlarged the knowledge also from Eastern and Southern Siberia [2].

The study of aphyllorphoid fungi of the Yenisei's meridian (Central Siberian longitudinal sector) has a long history. The International Transsiberian Mycological Expeditions started already

in 1992, and these expeditions greatly enlarged the basic knowledge of fungi. Much useful material was collected by the Krasnoyarsk mycological group (M. I. Beglyanova, N. P. Kutafjeva, A. L. Javorsky, V. V. Astapenko, I. N. Pavlov, O. E. Kruchkova, A. P. Kosheleva et al.). This is the first attempt to make an approximation of the species richness and taxonomical structure in this area. This latitudinal transect is about 3300 km long and includes ten zonal mycobiotas from the Northern Zemlya Isles and Taimyr Peninsula with arctic desert vegetation till the sandy dunes and (semi)deserts in Tuva Republic at the Yenisei riverhead (the Uvs-Nuur lake surrounds). For the analyses mostly zonal habitats were used (with river valley vegetation), but extra-zonal variants, like altitudinal belts of the Sayan Mountains were excluded.

In general, 557 species of aphylloroid fungi (except heterobasidioid and pleurotoid groups) have been collected or mentioned in the literature. Nowadays, the middle boreal subzone is the best studied (406 species), followed by arctic deserts (7), tundra (49), forest-tundra (161) and forest-steppe (302) if compare with over well studied regions [1, 3]. The southern boreal (376), hemiboreal (358) and steppe (95) subzones are less studied. The most weakly studied subzones are the northern boreal (188) and arid-deserts (incl. semideserts) (9).

Materials of fungi study do not allow us to consider the Yenisei Meridian a significant biogeographical line, as established for some groups of animals and plants. Funga of the tundra and taiga zone are relatively similar to the west and east of the Yenisei and primarily include widespread Holarctic species. That, however, needs further studies. On the other hand, our material demonstrates that the hemiboreal, and especially steppe and forest-steppe funga includes many species common both in the east and west (*Antrodia malicola*, *A. variiformis*, *Antrodiella faginea*, *Botryodontia millawensis*, *Clavaria asperulispora*, *C. greletii*, *Clavulinopsis umbrinella*, *Dendrothele commixta*, *Lenzites cf. acuta*, *Lindtneria trachyspora*, *Phellinus robustus*, *Peniophora versiformis*, *Ramaria flavicingula*, *R. rufescens*, *Trametes ljubarskyi*, etc.), like a bridge between the Manchurian and European nemoral forests.

Naturally the lists of species are far from complete, but they give hints of the characteristics of different climatic zones and vegetation gradients, and make it possible to compare, in some degree anyway, the Western and Eastern Siberian fungas [2]. All this information allows us to open a discussion on compilation of a «Check-list of Aphylloroid fungi of Siberia».

## References

1. Kotiranta H., Saarenoksa R., Kytövuori I. Aphylloroid fungi of Finland. A check-list with ecology, distribution and threat categories // *Norrlinia*. 2009. Vol. 19. P. 1–233.
2. Shiryayev A. G. Spatial differentiation of the clavarioid mycobiota in Russia: eco-geographical aspect : thesis diss. ... Dr. Biol. Sci. Moscow: MSU, 2014. 47 p.
3. Shiryayev A. G., Mukhin V. A., Kotiranta H. et al. Aphylloroid fungi biodiversity of the Urals // Plant world biodiversity of the Urals and adjacent territories: Proc. Intern. Conf. Ekaterinburg: UFU Press, 2012. P. 311–313.

Х. Котиранта<sup>1</sup>, А. Г. Ширяев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Финский Институт окружающей среды  
Хельсинки, Финляндия

<sup>2</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН  
Екатеринбург, Россия  
e-mail: heikki.kotiranta@ymparisto.fi, anton.g.shiryayev@gmail.com

## МИКОБИОТА АФИЛЛОФОРОВЫХ ГРИБОВ ЕНИСЕЙСКОГО МЕРИДИАНА (СРЕДНЯЯ СИБИРЬ): ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ШИРОТНОМ ГРАДИЕНТЕ

Многолетние исследования афиллофоровых грибов Средней Сибири впервые позволили составить единый список видов региона,

ранжированный их в широтно-зональном градиенте. На данный момент в Средней Сибири выявлено 557 видов афиллофоровых грибов.

Наиболее хорошо изучен список тундровых, лесотундровых, средне-, южно- и подтаежных экосистем, тогда как северотаежные и пустынные – требуют дополнительных исследований.

Несомненно, данный результат не итоговый, а будет корректироваться вместе с поступающими новыми данными.

**P. Kunttu**

*University of Eastern Finland, School of Forest Sciences  
Joensuu, Finland  
e-mail: panu.kunttu@uef.fi*

## DIVERSITY AND ECOLOGY OF APHYLLOPHOROID FUNGI IN THE ARCHIPELAGO FORESTS OF THE BALTIC SEA

The aim of this study was to find out diversity, biogeography and ecology of aphylophoroid fungi in the insular forest habitats. The study area was located in the archipelago of the Finnish southwestern coast, in the Baltic Sea. The material was collected from 40 forested islands in the middle and outer archipelago zones. The total forest area of these islands were 1142 hectares (range 3–159 ha). The species group focus was on polypores, corticioids and hydnyaceous wood decayers with the common feature to form basidiocarps on woody substrates.

The number of surveyed substrate units was determined according to size of the island so that each island had same sampling effort. Wood pieces  $\geq 3$  cm were considered and documented. In all, 10 127 dead trunks, stumps or fallen branches were inventoried and they were divided into tree species as follows: *Pinus sylvestris* 32.3 %, *Alnus glutinosa* 26.1 %, *Betula sp.* 20.1 %, *Picea abies* 9.6 %, *Populus tremula* 5.0 % and others 7.0 %.

Altogether 339 species or taxon were identified among the 8549 species records. It is 45 % of all known species of the target groups recorded in Finland. The proportion of polypores was 98 species. The genera with the highest species richness were: *Trechispora* 19, *Phellinus* 13 and *Tomentella* 11 species. The most numerous species were (number of separate substrate unit) *Inonotus radiatus* 939, *Stereum rugosum* 466, *Trichaptum abietinum* 333, *Piloderma fallax* 329, *Piptoporus betulinus* 320, *Fomes fomentarius* 318 and *Botryobasidium subcoronatum* 281 and *Peniophorella pubera* 218. On the other hand, 231 species had less than 10 records and 82 species were found only once.

Eight new species to Finland were found in this material: *Peniophorella tsugae*, *Phlebia cremeoal-*

*utacea*, *Tomentella albomarginata*, *Tomentella cinereoumbrina*, *Tomentella fuscocinerea*, *Trechispora araneosa*, *Tubulicium vermiferum* and *Tulasnella danica*. Up to 30 species had five or less earlier records in Finland. Several new and still undescribed species of aphylophoroid fungi were found. The number of red-listed species was 16 and the number of old-growth forest indicator species was 17.

On average 0.84 record was done per surveyed substrate unit. *Salix caprea* had the highest hosting result with 1.2 record per wood piece, and the next ones were *Alnus glutinosa* (0.96), *Betula sp.* (0.95) and *Populus tremula* (0.92). In total, 70 % of all species records were made in decay stage 1–2. These two freshest decay stages covered 85 % of all found species. Fine woody debris (diameter 10cm) hosted only 21.3 % of all records, but as much as 61.9 % of all species.

The correlations between the environmental factors and the species richness and the number of records were tested. The forest area of islands had significant relation with the species richness and the number of records. Also the dead wood diversity index had significant relation with the species richness and the number of records. Surprisingly, the volume of dead wood had only slight relation to the polypore species richness and the number of polypore records. However, the study islands' distance to mainland or the number of cut stumps had no relation to the species richness or the number of records. The study islands with herb-rich forest as dominant forest type had on average more records than the islands with other dominant forest type. When comparing the means, the number of records varied significantly with the number of forest types per island.

M. M. Gyosheva<sup>1</sup>, A. N. Tashev<sup>2</sup>, V. M. Bogoev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Biodiversity and Ecosystem Research Bulgarian Academy of Sciences  
Sofia, Bulgaria

<sup>2</sup>University of Forestry  
Sofia, Bulgaria

<sup>3</sup>Sofia University "St. Kliment Ochridski"  
Sofia, Bulgaria

e-mail: melanygyosheva@abv.bg, altashev@mail.ru, valentin.bogoev@abv.bg

## LARGER FUNGI IN THE PIRIN NATIONAL PARK, BULGARIA

**Introduction:** Pirin Mts situated in the south-western Bulgaria in the middle part of the Rila – Rhodopes massif. The mountain's relief is alpine. Peak Vichren (2941 m a.s.l.) is the highest point of the mountain. The Pirin National Park encompasses the northern, middle and southern parts of the Pirin Mts on the area of 40332 ha. There are two reserves within the borders of the park: Bayvi Dupki – Dzhindzhiritsa (2873 ha) and Yulen (3152 ha). Pirin Mts and Pirin National Park, in particular are characterized by specific and considerable rich floristic diversity, including large number of endemic and relict species. The vegetation cover is dominated by forests (57 % of the area). Coniferous forests prevailing. Pure and mixed *Picea abies*, *Abies alba*, *Pinus sylvestris*, *P. nigra* communities cover more of 90 % of the territory. Typical for the mountain are the forests of *Pinus peuce* (Macedonian pine) and *P. heldreichii* (Bosnian pine) – High oro–Mediterranean pine forests, code 95AO, Natura 2000 habitat. Scrublands of *Pinus mugo* and *Juniperus sibirica* cover large areas in subalpine belt. Beech forests dominated among broadleaf forests in the mountain. All territory of the Pirin National Park is included in the Important Plant Area «Pirin» in the IPAs network in Bulgaria [5, 6].

Data on larger fungi of the park have been reported in 46 scientific papers (20 after 2000). The most important contribution to the knowledge of fungi in the Pirin Mts and in the Pirin National Park, in particular is the paper of Denchev et al. [1]. All published and unpublished information about larger fungi to 2007 was summarized.

The present report includes data on the species diversity and conservation of larger fungi in the Pirin National Park so far. A large part of materials was collected by authors in the framework of Up-

date of Plan for management of Pirin National Park Project.

**Material and methods:** Mycological field studies were carried out by the tracking method during the period June–October of 2014 mainly in the forests communities on the territory of the park and within the reserves. Author's name of fungal taxa are abbreviated according to Kirk & Ansell [3]. The threat status follows the Red List of fungi in Bulgaria [2].

### Results and discussion:

#### *Species diversity of larger fungi*

The total number of currently known species of larger fungi from Pirin National Park is 373. Fungi belong to Ascomycota (2 classes, 3 orders, 14 families, 22 genera and 33 species) and to Basidiomycota (2 classes, 13 orders, 50 families, 120 genera and 340 species). Order Agaricales dominated by the number of species (187). The families with highest number of species are: Russulaceae (43), Tricholomataceae (37), Agaricaceae (31) and Cortinariaceae (19). The most species-rich genera are: Russula (31), Cortinarius (19), Mycena (14). During the present investigation in 2014 have been recorded 198 species. Eighty seven of them are reported for the first time for the Pirin National Park. Five species are new for Bulgaria: *Cortinarius caninus* (Fr.) Fr., *C. claricolor* (Fr.) Fr., *Limacella delicata* var. *vinosorubescens* ( Furrer – Ziogas ) Gminder, *Mycena flos-nivium* Kühner, *Ramaria largenii* Marr & D. E. Stuntz .

The highest fungal diversity was founded in coniferous forests and mainly in mixed spruce forests. The list of all known larger fungi from Bayuvi Dupki – Dzhindzhiritsa Reserve includes 101 species. Seventy three of them were registered during the present study. Forty two are new for the reserve. Thirty two larger fungi were established in Yulen

Reserve in 2014. It is the first report of fungi for this reserve.

#### *Species of conservation significance*

In the Pirin National Park are distributed 25 larger fungi of conservation value. All species are included in the Red List of fungi in Bulgaria [2]. They are listed in the following threat categories: Critically Endangered (CR) – 2 species (*Sarcodon leucopus* (Pers.) Maas Geest & Nanf., *Tricholoma colossus* (Fr.) Quél); Endangered (EN) – 13 species (*Auriscalpium vulgare* Gray, *Clitocybe vermicularis* (Fr.) Quél, *Discinia leucoxantha* (Boud.) Gillet, *Chlorophyllum agaricoides* (Czern.) Vellinga, *Clavariadelphus truncatus* (Quél.) Donk, *Guepinia helvelloides* (DC. : Fr.) Fr., *Hydnellum suaveolens* (Scop. : Fr.) P. Karst, *Leucocortinarius bulbiger* (Alb. & Schwein. : Fr.) Singer, *Limacella gutata* (Pers. : Fr.) Konrad & Maubl., *Phylloporis pelletieri* (Lév.) Quél., *Russula amethystina* Quél., *Sparassis crispa* (Wulfen : Fr.) Fr., *Suillus sibiricus* (Singer) Singer); Vulnerable (VU) – 8 species (*Discinia ancilis* (Pers.) Sacc., *Gaeastrum melanocephalum* (Czern.) V. J. Stanek, *G. triplex* Jungh., *Gomphus clavatus* (Pers. : Fr.) Gray, *Helvella atra* J. König. : Fr., *Otidea onotica* (Pers.) Fuckel, *Porphyrellus porphyrosporus* (Fr. & Hök.) E. J. Gilbert, *Urnula craterium* (Schwein. : Fr.) Fr.); Near Threatened (NT) – 2 species (*Morchella elata* Fr., *Phellinus nigrolimitatus* (Romel.) Bourd.

& Galzin. Seventeen species are included also in Red Data Book of R. of Bulgaria [4].

Four species – *Gomphus clavatus*, *Phylloporus pelletieri*, *Suillus sibiricus* and *Tricholoma colossus* are threatened at European level and are listed in the Criterion A(ii) species in the Pirin IPA in Bulgaria [5]. *Suillus sibiricus* is characteristic species for the *Pinus peuce* communities in Bulgaria (Rila Mts and Pirin Mts). This species is object of observation in Pirin National Park in the frame of the National Biodiversity Monitoring System).

Two species – *Phylloporus pelletieri* and *Suillus sibiricus* are listed in the national Biodiversity Act (Appendix 2a).

Eight of larger fungi of conservation value were founded during 2014. Three of them (*Clavariadelphus truncatus*, *Gaeastrum triplex* and *Limacella guttata*) are the first records for Pirin National Park and for all mountain.

Larger fungi of conservation importance have been founded mainly in northern part of the park, including the territory of the reserves.

**Conclusion:** The presented data suggest the conclusion that the Pirin National Park is characterized by larger fungi diversity and particularly by species of high conservation value.

**Acknowledgements:** This study is held within the framework of Update of Plan for management of Pirin National Park project.

#### References

1. Denchev, C. M. Fakirova, V. I., Gyosheva, M. M & Petrova R. D. Macromycetes in the Pirin Mts (SW Bulgaria) // Acta Mycologia. 2007. Vol. 42. P. 21–34.
2. Gyosheva, M. M., Denchev, C. M., Dimitrova E. G., Assyov B., Petrova R. D., Stoichev G. T. Red List of fungi in Bulgaria // Mycologia Balcanica. 2006. Vol. 3. P. 81–87.
3. Kirk P. M. & Ansell A. E. Authors of Fungal Names. 2004. Electronic version. CAB International, Wallingford (www.index-fungorum.org/ Names)
4. Peev D., Petrova A., Anchev, M., Temniskova D., Denchev C. M., Ganeva A., Gushev Ch., Vladimirov V. (eds). Red Data Book of the Republic of Bulgaria. Vol. 1. Plants and Fungi. IBER-BAS & MOEW, 2011. 822 p.
5. Peev D., Petrova A., Apostolova I., Assyov B. (eds.) Important Plant Areas in Bulgaria. Sofia–Moscow, 2012. 469 p.
6. Popov V., Dimova, D., Delchev Ch. Biodiversity of the Pirin National Park. Bulgarian Foundation Biodiversity. Sofia, 2005. 95 p.

M. M. Gyosheva<sup>1</sup>, A. N. Tashev<sup>2</sup>, V. M. Bogoev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences*

<sup>2</sup>*Faculty of Forestry, University of Forestry, Sofia*

<sup>3</sup>*Faculty of Biology, Sofia University "St. Kliment Ochridski"*  
*e-mail: melanygyosheva@abv.bg, altashev@mail.ru, valentin.bogoev@abv.bg*

## LARGER FUNGI IN THE PIRIN NATIONAL PARK, BULGARIA

**Summary.** Data on the species diversity and conservation of larger fungi in the Pirin National Park are reported. The total number of currently known species is 373 (33 ascomycetes and 340 basidiomycetes). A large part of materials has been collected in the framework of Update of Plan for management of the Pirin National Park Project. During the field investigations have been recorded 198 fungal species. Eighty seven of them are reported for the first time for the Pirin National Park. Five species are new for Bulgaria. Twenty five

larger fungi are of conservation value – included in Red List of fungi in Bulgaria. Seventeen of them are included also in national Red Data Book. Eight species with conservation value were founded during 2014. Three species are the first records for the park and for all mountain.



## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абдульманова С. Ю. 3  
Александрова А. В. 236  
Андреева М. И. 94  
Андросова В. И. 5  
Антропова А. Б. 7  
Арефьев С. П. 9  
Асылбек А. М. 12, 209  
Баранчиков Ю. Н., 198  
Бергман И. Е. 15  
Бетехтина А. А. 17  
Биланенко Е. Н. 7, 20, 63  
Благовещенская Е. Ю. 22  
Богачева А. В. 24  
Большаков С. Ю. 27  
Бондаренко С. А. 20  
Борисов Б. А. 31  
Боровский Г. Б. 53  
Боталов В. С. 35  
Бубнова Е. Н. 38  
Буданова Е. В. 105  
Веденеев А. М. 75  
Веселкин Д. В. 17  
Виноградова Ю. А. 136  
Власенко А. В. 40  
Волобуев С. В. 42  
Воробейчик Е. Л. 241  
Воронин Л. В. 44  
Воронина Е. Ю. 236  
Гагарина Л. В. 47  
Галанина И. А. 47  
Ганнибал Ф. Б. 51, 56  
Гапеева Н. Е. 291  
Георгиева М. Л. 20  
Глулов В. В. 126, 257, 263  
Головко Т. К. 53, 249  
Гомжина М. М. 56  
Горбунова И. А. 58  
Горохова А. Г. 94  
Гофман А. В. 96  
Гринько Н. Н. 61  
Грум-Гржимайло А. А. 20, 63  
Гульгяева Е. И. 66, 69  
Дбар Р. С. 269  
Денисов А. А. 35  
Диярова Д. К. 72  
Долгих В. В. 254  
Дубовский И. М. 257  
Дудка В. А. 75  
Дуйсембеков Б. А. 139  
Дуля О. В. 156  
Егорова Л. Н. 77  
Ерастова Д. А. 79, 82, 181  
Ермекова Б. Д. 209  
Журбенко М. П. 85  
Заводовский П. Г. 87  
Заузолкова Н. А. 90  
Захарова О. И. 92  
Змитрович И. В. 271  
Иванов А. И. 94  
Иванова А. Е. 96, 178  
Игнатьева А. Н. 161  
Исаева Л. Г. 99  
Исси И. В. 254  
Казарцев И. А. 102, 139  
Камзолкина О. В. 7, 105  
Капитонов В. И. 107  
Карамова Н. С. 110  
Карлсен А. С. 96  
Катаев А. Д. 96  
Качалкин А. В. 7  
Кириллов Д. В. 111  
Киселева И. С. 176  
Кияшко А. А. 264  
Кобзева А. А. 85  
Ковалева В. А. 114, 136  
Козьминов С. Г. 120  
Колосова Е. Д. 151  
Кондратков П. В. 156  
Коновалова О. П. 38  
Корнейкова М. В. 117  
Корнилин К. Е. 273  
Королева А. Ю. 5  
Коротаева Н. Е. 53  
Костицина М. В. 15  
Крапивина Е. А. 120, 124  
Крюков В. Ю. 126, 257, 263  
Крюкова Н. А. 126, 257  
Кудрявцева О. А. 105  
Курагина Н. С. 128  
Кураков А. В. 129, 217  
Лазарева О. Л. 133  
Лаптева Е. М. 136  
Левченко М. В. 139  
Леднев Г. Р. 139  
Лихачев А. Н. 217  
Лукмазова Е. А. 142  
Лутфуллин М. Т. 149  
Мажейка И. С. 105  
Майнагашева Н. В. 144  
Маленкова А. С. 147  
Марданова А. М. 149  
Марфенина О. Е. 151, 178  
Меликов К. Х. 191  
Мелькумов Г. М. 154  
Микрюков В. С. 156  
Миннуллина Л. Ф. 149  
Миронченко К. Ю. 159  
Митина Г. В. 161  
Митрофанова Н. А. 189  
Михалева Л. Г. 163  
Мокеева В. Л. 7  
Мочалова Н. К. 110  
Музыка В. А. 166, 169  
Музыка С. М. 166, 169  
Мухин В. А. 72, 105, 170, 176  
Мучник Е. Э. 173  
Наимов А. С. 191  
Нам Г. А. 209  
Неустроева Н. В. 176  
Никитин Д. А. 178  
Николаева В. В. 96  
Новожилов Ю. К. 181  
Окунь М. В. 42, 181  
Ордынец А. В. 42  
Осипян Л. Л. 184  
Паламарчук М. А. 186  
Панюков А. Н. 114  
Парамонова Т. А. 189  
Партоев К. 191, 193  
Пауков А. Г. 196  
Пашенова Н. В. 198  
Пензина Т. А. 169  
Первушин А. Л. 161  
Переведенцев В. М. 284  
Переведенцева Л. Г. 35, 284  
Перминова Е. М. 136  
Пищулин П. Г. 15  
Плюснина С. Н. 53  
Поздняков Л. А. 105  
Полякова М. С. 169  
Попов Е. С. 212  
Потапов К. О. 201  
Предтеченская О. О. 204  
Пристова Т. А. 136  
Прохоренко Э. В. 207  
Прохоров В. П. 208  
Псурцева Н. В. 276  
Рахимова Е. В. 12, 209  
Ребриев Ю. А. 212  
Романова Е. В. 215  
Романова Т. А. 273  
Руоколайнен А. В. 273  
Сабитова М. Н. 139  
Садыкова В. С. 217  
Сазанова Н. А. 220  
Сайдалиев Н. 193

Салахова И. И.	110	Тюрин М. В.	126, 257, 263	Шнырева А. А.	290
Саркина И. С.	223	Успанов А. М.	139	Шредерс М. А.	290
Сарычева Л. А.	226	Федосюк Н. А.	264	Штаер О. В.	7, 105
Сафонов М. А.	228	Фенько А. А.	251	Шхагапсоев С. Х.	124
Светашева Т. Ю.	212, 231	Филиппова А. В.	267	Щепин О. Н.	181
Сельчук Ф.	273	Хабибуллина Ф. М.	114, 136	Юрков А. П.	291
Сенашова В. А.	234	Харзинов З. Х.	120	Юрченко Е. О.	294
Сендерский И. В.	254	Хачева С. И.	269	Якоби Л. М.	291
Сидорова И. И.	236	Химич Ю. Р.	99, 271	Ярославцева О. Н.	126, 257, 263
Сизоненко Т. А.	239	Хусейн Э. С.	273	Badalyan S. M.	297, 300
Смагулова Ш. Б.	139	Чапоргина А. А.	117	Bogoev V. M.	309
Сморкалов И. А.	241	Чекунова Л. Н.	7	Filipova N. V.	302
Соловченко А. Е.	105	Чернышева Т. Н.	5	Gyosheva M. M.	309
Спирин В. А.	42	Черняковская Т. Ф.	44	Kotiranta H.	306
Ставищенко И. В.	244	Чоглокова А. А.	161	Kües U.	300
Сташевски З.	110	Чураков Б. П.	189, 273	Kunttu P.	308
Стеценко С. К.	247	Шайдаюк Е. Л.	66, 69	Shiryaev A. G.	306
Сулейменова С. Е.	12	Шалавина М. А.	149	Tashev A. N.	309
Табаленкова Г. Н.	53, 249	Шахова Н. В.	276	Thormann M. N.	302
Такиева Ж. М.	209	Ширяев А. Г.	279		
Тарасова В. Н.	251	Ширяева О. С.	282		
Токарев Ю. С.	139, 254	Шишигин А. С.	284		
Томилова О. Г.	257	Шишлянникова А. Б.	287		
Томошевич М. А.	260	Шнитлер М.	181		

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абдульманова С. Ю.</i> ПРИРОСТ КУСТИСТО-РАЗВЕТВЛЕННЫХ ЛИШАЙНИКОВ НА ПАСТБИЩАХ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	3
<i>Андросова В. И., Королева А. Ю., Чернышева Т. Н., Шредерс М. А.</i> ВИДОВОЙ СОСТАВ ЛИШАЙНИКОВ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПЕТРОЗАВОДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	5
<i>Антропова А. Б., Биланенко Е. Н., Мокеева В. Л., Чекунова Л. Н., Качалкин А. В., Штаер О. В., Камзолкина О. В.</i> БАЗИДИОМИЦЕТ <i>QUAMBALARIA CYANESCENS</i> В АССОЦИИ С БЕРЕЗОЙ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ФИЛОГЕНИЯ, ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ.....	7
<i>Арефьев С. П.</i> ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ПЕРИОД 2000–2014 гг. НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ ДРЕВЕСНЫХ ГРИБОВ г. ТЮМЕНИ.....	9
<i>Асылбек А. М., Рахимова Е. В., Сулейменова С. Е.</i> ФУЗАРИОЗНЫЕ БОЛЕЗНИ КАРТОФЕЛЯ В КАЗАХСТАНЕ.....	12
<i>Бергман И. Е., Костицина М. В., Пищулин П. Г.</i> НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ РАЗЛОЖЕНИЯ ВАЛЕЖНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ГРАДИЕНТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА.....	15
<i>Бетехтина А. А., Веселкин Д. В., Биланенко Е. Н., Георгиева М. Л., Бондаренко С. А., Грум-Гржимайло А. А.</i> АЛКАЛОФИЛЬНЫЕ И АЛКАЛОТОЛЕРАНТНЫЕ МИЦЕЛИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ В ПОЧВАХ: РАЗНООБРАЗИЕ, ФИЛОГЕНИЯ, ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИИ.....	20
<i>Благовещенская Е. Ю.</i> ПАТОГЕНЫ, ПОРАЖАЮЩИЕ РАСТЕНИЯ В ВЕСЕННЕЕ ВРЕМЯ.....	22
<i>Богачева А. В.</i> ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АССОЦИИРОВАННЫХ С ДУБОМ ГРИБОВ.....	24
<i>Большаков С. Ю.</i> ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБАХ ЗАТО г. САРОВ.....	27
<i>Борисов Б. А.</i> ЗООПАРАЗИТИЧЕСКИЕ КОРДИЦИПИТОИДНЫЕ ГРИБЫ (ASCOMYCOTA: HYPOCREALES) СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	31
<i>Боталов В. С., Переведенцева Л. Г., Денисов А. А.</i> МОНИТОРИНГ АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ СОСНЯКА ЛИШАЙНИКОВО-ВЕЙНИКОВОГО.....	35
<i>Бубнова Е. Н., Коновалова О. П.</i> ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ДОННЫХ ГРУНТОВ ЧУКОТСКОГО МОРЯ*.....	38
<i>Власенко А. В.</i> <i>CRIBRARIA LEPIDA</i> В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	40

Волобуев С. В., Окунь М. В., Ордынец А. В., Спиринов В. А. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ PHANEROCHAETE SORDIDA- КОМПЛЕКСА (POLYPORALES, BASIDIOMYCOTA) В УМЕРЕННОЙ ЗОНЕ ЕВРАЗИИ.....	42
Воронин Л. В., Черняковская Т. Ф. ГРИБЫ И БАКТЕРИИ НА РАЗЛАГАЮЩИХСЯ РАСТЕНИЯХ В ПРЕСНОВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ БЕЛОМОРСКОЙ БИОСТАНЦИИ МГУ.....	44
Гагарина Л. В. ЭПИЛИТНЫЙ ЛИШАЙНИК <i>Gyalecta jenensis</i> (Batsch) Zahlbr. в России*.....	47
Галанина И. А. РОД <i>Rinodina</i> (Ach.) Gray на юге Дальнего Востока России.....	49
Ганнибал Ф. Б. ПОЛИФАЗНАЯ ТАКСОНОМИЯ ГРИБОВ: КОНЦЕПЦИЯ, МЕТОДЫ И ПРИМЕРЫ.....	51
Головкин Т. К., Плюснина С. Н., Коротаева Н. Е., Табаленкова Г. Н., Боровский Г. Б. СТРУКТУРА ТАЛЛОМА И ДИНАМИКА ДЕГИДРИНОВ У ЛИШАЙНИКА <i>Lobaria pulmonaria</i> в таежной зоне на Европейском Северо-востоке.....	53
Гомжина М. М., Ганнибал Ф. Б. ВИДЫ РОДА <i>Ulocladium</i> Preuss в России: Морфологические характеристики и их использование при идентификации.....	56
Горбунова И. А. АГАРИКОИДНЫЕ И ГАСТЕРОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ, НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ.....	58
Гринько Н. Н. ПОЛИМОРФИЗМ ИЗОЛЯТОВ ГРИБА <i>Colletotrichum lagenaria</i> из Северного Кавказа.....	61
Грум-Гржимайло О. А., Биланенко Е. Н. МИКРОМИЦЕТЫ ОТШНУРОВЫВАЮЩИХСЯ ОТ БЕЛОГО МОРЯ ВОДОЕМОВ на примере озера Кисло-Сладкое.....	63
Гультяева Е. И., Шайдаук Е. Л. ПОЛИМОРФИЗМ РОССИЙСКИХ ИЗОЛЯТОВ ГРИБА <i>Puccinia triticina</i> Erikss по вирулентности.....	66
Гультяева Е. И., Шайдаук Е. Л. ВИРУЛЕНТНОСТЬ ГРИБА <i>Puccinia triticina</i> Erikss. на гексаплоидных видах пшеницы и эгилопс.....	69
Диярова Д. К., Мухин В. А. УГЛЕРОД КОНВЕРСИОННАЯ АКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ.....	72
Дудка В. А., Веденеев А. М. АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ «НИЖНЕХОПЕРСКИЙ», «УСТЬ-МЕДВЕДИЦКИЙ», «ЦИМЛЯНСКИЕ ПЕСКИ» ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	75
Егорова Л. Н. МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЧВ ОСТРОВА СИМУШИР (Курильский архипелаг).....	77

<i>Ерастова Д. А.</i> СООБЩЕСТВА НИВАЛЬНЫХ МИКСОМИЦЕТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ И СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА.....	79
<i>Ерастова Д. А.</i> МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА НИВАЛЬНЫХ ВИДОВ РОДА <i>DIDERMA</i> .....	82
<i>Журбенко М. П., Кобзева А. А.</i> ЛИХЕНОФИЛЬНЫЕ ГРИБЫ КАВКАЗА: НЕВЫЯВЛЕННОЕ ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ.....	85
<i>Заводовский П. Г.</i> АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ.....	87
<i>Заузолкова Н. А.</i> РЕДКИЕ ВИДЫ АГАРИКОВЫХ ГРИБОВ И ГАСТЕРОМИЦЕТОВ ЛЕСОСТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ МИНУСИНСКИХ КОТЛОВИН.....	90
<i>Захарова О. И.</i> МУЧНИСТОРОСЯНЫЕ ГРИБЫ, ПАРАЗИТИРУЮЩИЕ НА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ ГОРОДА КЕМЕРОВО.....	92
<i>Иванов А. И., Горохова А. Г., Андреева М. И.</i> ПРОБЛЕМА НАКОПЛЕНИЯ КАДМИЯ В ПЛОДОВЫХ ТЕЛАХ АГАРИКОМИЦЕТОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ.....	94
<i>Иванова А. Е., Карлсен А. С., Николаева В. В., Гофман А. В., Катаев А. Д.</i> ГРИБЫ В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ: БИОМАССА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ФУНКЦИИ.....	96
<i>Исаева Л. Г., Химич Ю. Р.</i> ГРИБЫ В КРАСНОЙ КНИГЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	99
<i>Казарцев И. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ГРИБНЫХ СООБЩЕСТВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ДРЕВЕСНЫМ ДЕТРИТОМ, МЕТОДОМ ДНК-МЕТАБАРКОДИНГА.....	102
<i>Камзолкина О. В., Штаер О. В., Кудрявцева О. А., Соловченко А. Е., Поздняков Л. А., Буданова Е. В., Мухин В. А., Мажейка И. С.</i> СТРАТЕГИИ РОСТА ГРИБОВ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА АЗОТА.....	105
<i>Капитонов В. И.</i> МАТЕРИАЛЫ К МИКОБИОТЕ ТАЗОВСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ).....	107
<i>Карамова Н. С., Салахова И. И., Мочалова Н. К., Сташевски З.</i> СКРИНИНГ АКТИНОБАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ ДЛЯ БИОКОНТРОЛЯ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ КАРТОФЕЛЯ.....	110
<i>Кириллов Д. В.</i> ОЦЕНКА РЕСУРСОВ СЪЕДОБНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ В ТАЕЖНЫХ РЕГИОНАХ РФ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ ООПТ РЕСПУБЛИКИ КОМИ).....	111

<i>Ковалева В. А., Хабибуллина Ф. М., Панюков А. Н.</i> ИЗМЕНЕНИЯ В СООБЩЕСТВЕ ПОЧВЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ В ПРОЦЕССЕ САМОВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СУКЦЕССИИ АГРОЭКОСИСТЕМЫ В ТУНДРОВОЙ ЗОНЕ.....	114
<i>Корнейкова М. В., Чапоргина А. А.</i> СОСТОЯНИЕ КОМПЛЕКСОВ ПОЧВЕННЫХ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОТЕХНОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ КАНДАЛАКШСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА.....	117
<i>Крапивина Е. А., Харзинов З. Х., Козьминов С. Г.</i> НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ГРУПП ОРГАНИЗМОВ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ КАВКАЗЕ.....	120
<i>Крапивина Е. А., Шхагапсоев С. Х.</i> РЕДКИЕ ВИДЫ МАКРОМИЦЕТОВ ДЛЯ РОССИИ, ПРОИЗРАСТАЮЩИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА.....	124
<i>Крюков В. Ю., Тюрин М. В., Крюкова Н. А., Ярославцева О. Н., Глунов В. В.</i> ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПЕРЕНОС ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ЭКТОПАРАЗИТОИДОМ <i>NAVBROBRACON NEBETOR</i> .....	126
<i>Курагина Н. С.</i> ЭКОЛОГИЯ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ.....	128
<i>Кураков А. В.</i> РОЛЬ ГРИБОВ В ЦИКЛЕ АЗОТА В ЭКОСИСТЕМАХ ВТОРИЧНОЙ СУКЦЕССИИ.....	129
<i>Лазарева О. Л.</i> К ИЗУЧЕНИЮ БИОТЫ АГАРИКОИДНЫХ И ГАСТЕРОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЯРОСЛАВСКОГО ПЕДУНИВЕРСИТЕТА.....	133
<i>Лаптева Е. М., Виноградова Ю. А., Хабибуллина Ф. М., Перминова Е. М., Ковалева В. А., Пристова Т. А.</i> ОСОБЕННОСТИ СУКЦЕССИОННОЙ СМЕНЫ МИКРОМИЦЕТОВ В ПРОЦЕССЕ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА НА ВЫРУБКАХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ.....	136
<i>Леднев Г. Р., Успанов А. М., Токарев Ю. С., Казарцев И. А., Левченко М. В., Сабитова М. Н., Смагулова Ш. Б., Дуйсембеков Б. А.</i> БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШТАММОВ ДВУХ ВИДОВ ГРИБОВ РОДА <i>BEAUVERIA</i> СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ.....	139
<i>Лукмазова Е. А.</i> АГАРИКОИДНЫЕ ГРИБЫ В ЛЕТНЕМ САДУ г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.....	142
<i>Майнагашева Н. В.</i> К ИССЛЕДОВАНИЮ ГАСТЕРОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА «ХАКАССКИЙ».....	144
<i>Маленкова А. С.</i> ДРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ В ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ.....	147

<i>Марданова А. М., Лутфуллин М. Т., Шалавина М. А., Миннуллина Л. Ф.</i> ПОИСК И ВЫДЕЛЕНИЕ НОВЫХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ РОДА <i>FUSARIUM</i> .....	149
<i>Марфенина О. Е., Колосова Е. Д.</i> ГРИБЫ ПРИЗЕМНЫХ СЛОЕВ ВОЗДУХА: ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ*.....	151
<i>Мелькумов Г. М.</i> АСКОХИТОЗ – ОПАСНОЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ.....	154
<i>Микрюков В. С., Дуля О. В., Кондратков П. В.</i> РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ АРБУСКУЛЯРНОЙ МИКОРИЗЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА.....	156
<i>Миронченко К. Ю.</i> ДИСКОМИЦЕТЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	159
<i>Митина Г. В., Первушин А. Л., Игнатъева А. Н., Чоглокова А. А.</i> ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА <i>LECANICILLIUM</i> .....	161
<i>Михалева Л. Г.</i> АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ ТАЛАКАНСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	163
<i>Музыка С. М., Музыка В. А.</i> О НОВЫХ НАХОДКАХ РЕДКИХ ВИДОВ ГРИБОВ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	166
<i>Музыка С. М., Пензина Т. А., Полякова М. С., Музыка В. А.</i> РЕДКИЕ ВИДЫ ГРИБОВ-КСИЛОТРОФОВ АНГАРО-ЛЕНСКОГО ПЛАТО ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	169
<i>Мухин В. А.</i> ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ – СОВРЕМЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА.....	170
<i>Е. Э. Мучник</i> ЛИШАЙНИКИ КАК ИНДИКАТОРЫ БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ.....	173
<i>Неустроева Н. В., Киселева И. С., Мухин В. А.</i> УГЛЕРОДНЫЙ ОБМЕН МИЦЕТОБИОНТНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ С ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИМИ ГРИБАМИ.....	176
<i>Никитин Д. А., Марфенина О. Е., Иванова А. Е.</i> ГРИБНАЯ БИОМАССА И СОСТАВ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ГРИБОВ В ПОЧВАХ ВОСТОЧНОЙ И ЗАПАДНОЙ АНТАРКТИДЫ.....	178
<i>Новожилов Ю. К., Ерастова Д. А., Щепин О. Н., Окунь М. В., Шнитлер М.</i> НИВАЛЬНЫЕ МИКСОМИЦЕТЫ (МУХОМУСЕТЕС) АЛЬПИЙСКИХ И РАВНИННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ.....	181
<i>Осипян Л. Л.</i> РОД <i>CERCOSPORA</i> В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ.....	184

<i>Паламарчук М. А.</i> АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ГОРНО-ЛЕСНОГО ПОЯСА ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА.....	186
<i>Парамонова Т. А., Чураков Б. П., Митрофанова Н. А.</i> БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СОСНОВОЙ ГУБКИ НА СОСНОВЫЕ ДРЕВОСТОИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	189
<i>Партоев К., Меликов К. Х., Наимов А. С.</i> ГРИБКОВАЯ БОЛЕЗНЬ КАРТОФЕЛЯ – ФИТОФТОРОЗ (RHIZOTORHORA INFESTANS ВУ.) В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН.....	191
<i>Партоев К., Сайдалиев Н.</i> ТОПИНАМБУР ( <i>HELIANTHUS TUBEROSUS L.</i> ) ПЕРСПЕКТИВНАЯ КУЛЬТУРА В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА.....	193
<i>Пауков А. Г.</i> АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЭПИЛИТНЫМИ ЛИШАЙНИКАМИ С РАЗЛИЧНЫМИ ВТОРИЧНЫМИ МЕТАБОЛИТАМИ.....	196
<i>Пашенова Н. В., Баранчиков Ю. Н.</i> ОФИОСТОМОВЫЕ ГРИБЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД В СИБИРИ.....	198
<i>Потапов К. О.</i> ОБ ИСТОРИЧЕСКИХ ЭТАПАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ ИЗУЧЕНИЯ ГРИБОВ-МАКРОМИЦЕТОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....	201
<i>Предтеченская О. О.</i> АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ЗАОНЕЖСКОГО ПОЛУОСТРОВА, РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ.....	204
<i>Прохоренко Э. В.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЫ КЫРГЫЗСТАНА.....	207
<i>Прохоров В. П.</i> НАРОДНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ ГРИБОВ – НЕОБХОДИМОСТЬ ИЛИ ИГРА?.....	208
<i>Рахимова Е. В., Нам Г. А., Ермекова Б. Д., Асылбек А. М., Такиева Ж. М.</i> К МИКОБИОТЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «АЛТЫН-ЭМЕЛЬ» (КАЗАХСТАН).....	209
<i>Ребриев Ю. А., Попов Е. С., Светашева Т. Ю.</i> МАКРОМИЦЕТЫ АЗОНАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ЗАПАДА РОССИИ.....	212
<i>Романова Е. В.</i> ЛИШАЙНИКИ Г. БИЙСК (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ): ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ТАКСОНОМИЧЕСКОМ РАЗНООБРАЗИИ И РАСПРОСТРАНЕНИИ.....	215
<i>Садькова В. С., Кураков А. В., Лихачев А. Н.</i> ГРИБЫ РОДА <i>TRICHODERMA</i> СРЕДНЕЙ СИБИРИ: ВИДОВОЙ СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИИ.....	217
<i>Сазанова Н. А.</i> МИКОБИОТА ИСКУССТВЕННЫХ СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА МАГАДАНА.....	220



<i>Саркина И. С.</i> РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОХРАНА В КРЫМУ ГРИБОВ КРАСНОЙ КНИГИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	223
<i>Сарычева Л. А.</i> РЕДКИЕ ВИДЫ ГРИБОВ ДУБРАВ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЕВРОПЕЙСКОГО ЦЕНТРА РОССИИ.....	226
<i>Сафонов М. А.</i> РЕДКИЕ ВИДЫ ДРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ.....	228
<i>Светашева Т. Ю.</i> ОСОБЕННОСТИ БИОТЫ АГАРИКОИДНЫХ ГРИБОВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ.....	231
<i>Сенашова В. А.</i> ФИТОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ ФИЛЛОСФЕРЫ ХВОЙНЫХ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ.....	234
<i>Сидорова И. И., Александрова А. В., Воронина Е. Ю.</i> НЕКОТОРЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ МИКРОБИОТЫ ПОЧВ В ГИФОСФЕРЕ АГАРИКОМИЦЕТОВ С РАЗНЫМ ТРОФИЧЕСКИМ СТАТУСОМ.....	236
<i>Сизоненко Т. А.</i> СТРУКТУРА И ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКТОМИКОРИЗ У ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ НА СЕВЕРЕ.....	239
<i>Сморкалов И. А., Воробейчик Е. Л.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ДЫХАНИЯ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ В ГРАДИЕНТАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.....	241
<i>Ставищенко И. В.</i> АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ УРАЛА И ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ.....	244
<i>Стеценко С. К.</i> ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ГРИБОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСНОГО АГРОЦЕНОЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ.....	247
<i>Табаленкова Г. Н., Головки Т. К.</i> ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И АМИНОКИСЛОТЫ В ТАЛЛОМАХ ЛИШАЙНИКОВ ПОДЗОНЫ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ.....	249
<i>Тарасова В. Н., Фенько А. А.</i> ЭКОЛОГИЯ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА БРИОРИЯ НАДВОРНИКА ( <i>BRYORIA</i> <i>NADVORNIKIANA</i> (GYELN.) BRODO & D. HAWKSW.) В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ).....	251
<i>Токарев Ю. С., Долгих В. В., Сендерский И. В., Исси И. В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МИКРОСПОРИДИЯХ (OPISTHOSPORIDIA: MICROSPORIDIA) КАК О ТИПЕ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ПРОТИСТОВ.....	254
<i>Томилова О. Г., Крюков В. Ю., Ярославцева О. Н., Тюрин М. В., Дубовский И. М., Крюкова Н. А., Глухов В. В.</i> РАЗВИТИЕ МИКОЗОВ И ИММУННЫЕ РЕАКЦИИ ЛИЧИНОК КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА ФОНЕ ИНТОКСИКАЦИИ АВЕРМЕКТИНАМИ.....	257

<i>Томошевич М. А.</i> НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТОКОМПЛЕКСОВ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В СИБИРИ.....	260
<i>Тюрин М. В., Крюков В. Ю., Ярославцева О. Н., Глухов В. В.</i> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПРЕСС МЕТОДА ВЫДЕЛЕНИЯ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ИЗ ПОЧВЫ.....	263
<i>Федосюк Н. А., Кияшко А. А.</i> ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕДКОГО ВИДА <i>SPARASSIS CRISPA</i> ( <i>SPARASSIDACEAE, BASIDIOMYCOTA</i> ) В УСЛОВИЯХ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ.....	264
<i>Филиппова А. В.</i> МАКРОМИЦЕТЫ ИСКУССТВЕННОГО ТОПОЛЕВОГО НАСАЖДЕНИЯ В ГОРОДЕ КЕМЕРОВО.....	267
<i>Хачева С. И., Дбар Р. С.</i> ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИЕ ГРУППЫ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ.....	269
<i>Химич Ю. Р., Змитрович И. В., Руоколайнен А. В.</i> АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК»: ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ.....	271
<i>Чураков Б. П., Хусейн Э. С., Сельчук Ф., Корнилин К. Е., Романова Т. А.</i> ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ КОНСПЕКТ БИОТЫ МИКРОМИЦЕТОВ ЛЕСОВ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	273
<i>Шахова Н. В., Псурцева Н. В.</i> СКИНИНГ ГРИБОВ БЕЛОЙ ГНИЛИ, ОБЛАДАЮЩИХ ТЕРМОТОЛЕРАНТНЫМИ И КИСЛОТОУСТОЙЧИВЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	276
<i>Ширяев А. Г.</i> БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СООБЩЕСТВ АФИЛЛОФОРОВЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ: ПРИМЕРЫ НЕОДНОРОДНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ МАСШТАБАХ.....	279
<i>Ширяева О. С.</i> АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	282
<i>Шишигин А. С., Переведенцева Л. Г., Переведенцев В. М.</i> МИКОРИЗНЫЕ ГРИБЫ ЕЛЬНИКА ПРИРУЧЬЕВОГО.....	284
<i>Шишлянникова А. Б.</i> ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ-БИОТРОФЫ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ХВОЙНЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «ПАРК МОНРЕПО».....	287
<i>Шнырева А. В., Шнырева А. А.</i> МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В СИСТЕМАТИКЕ ГРИБОВ: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ.....	290
<i>Юрков А. П., Гапеева Н. Е., Якоби Л. М.</i> СИМБИОТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГРИБОВ АРБУСКУЛЯРНОЙ МИКОРИЗЫ: МОДЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.....	291

<i>Юрченко Е. О., У Ш.-Х.</i> HYRHODONTIA SENSU LATO: ОПЫТ ГЛОБАЛЬНОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ РОДА.....	294
<i>Badalyan S. M.</i> CHEMICAL COMPOSITION OF MYCELIA OF DIFFERENT COLLECTIONS OF COPRINOID MUSHROOMS.....	297
<i>Badalyan S. M., Kües U.</i> MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VEGETATIVE MYCELIA AND ANAMORPHS IN DIFFERENT COLLECTIONS OF XYLOTROPHIC BASIDIOMYCETOUS MUSHROOMS.....	300
<i>Filippova N. V., Thormann M. N.</i> ON THE PHENOLOGY OF LARGER FUNGI IN RAISED BOGS: FIRST YEAR PERMANENT PLOTS MONITORING RESULTS.....	302
<i>Kotiranta H., Shiryaev A. G.</i> APHYLLOPHOROID FUNGA OF YENISEI MERIDIAN (CENTRAL SIBERIA): FIRST APPROXIMATION IN LATITUDINAL GRADIENT.....	306
<i>Kunttu P.</i> DIVERSITY AND ECOLOGY OF APHYLLOPHOROID FUNGI IN THE ARCHIPELAGO FORESTS OF THE BALTIC SEA.....	308
<i>Gyosheva M. M., Tashev A. N., Bogoev V. M.</i> LARGER FUNGI IN THE PIRIN NATIONAL PARK, BULGARIA.....	309
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	312

*Научное издание*

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЯ ГРИБОВ  
И ГРИБОПОДОБНЫХ ОРГАНИЗМОВ  
СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ**

Материалы Всероссийской конференции с международным участием  
Екатеринбург, 20–24 апреля 2015 г.

Редактор *Крамаревская Е. Е.*  
Компьютерная верстка *Матвеев В. К.*

Подписано в печать 27.03.2015. Формат 60×90 1/8.  
Бумага офсетная. Плоская печать. Тираж 250 экз.  
Уч.-изд. л. 43,8. Усл. печ. л. 43,8. Заказ № 157.

Издательство Уральского университета ИПЦ УрФУ  
Редакционно-издательский отдел  
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620000, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел. + 7 (343) 350-56-64, 350-90-13  
Факс + 7 (343) 358-93-06  
E-mail: [press-urfu@mail.ru](mailto:press-urfu@mail.ru)

