

## ХРОНИКА

УДК 92 : 582.28

## К ВОСЬМИДЕСЯТИЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА ЭРАСТА ПАРМАСТО

TO THE 80TH ANNIVERSARY OF PROFESSOR ERAST PARMASSTO

Профессору Эрасту Пармасто — одному из наиболее авторитетных, уважаемых и своеобразных микологов мира исполнилось 80 лет. Эта дата дает повод оглянуться на пройденный им путь ученого, организатора науки, общественного деятеля, человека.

Эраст Пармасто родился 23 октября 1928 г. в Нымме — пригороде Таллина. По окончании школы он поступил на биологический факультет Тартуского университета, который окончил в 1952 г. Еще будучи студентом, он заинтересовался трутовыми грибами и приезжал в Ленинград на консультации к проф. А. С. Бондарцеву. По окончании университета он поступил в аспирантуру Института зоологии и ботаники АН ЭССР (ИЗБ) в г. Тарту. Научным руководителем был приглашен проф. А. С. Бондарцев. Кандидатская диссертация по трутовым грибам Эстонии получилась монументальная: трехтомник из 832 страниц текста плюс 289 рисунков микроскопического строения грибов и карт распространения отдельных видов по территории Эстонии на нумерованных страницах в конце работы. Из найденных автором трутовых грибов 49 видов оказались новыми для Эстонии, один вид — новым для СССР, два вида, одна разновидность и четыре формы — новыми для науки. В некоторых родах были описаны новые секции. В аналитической части работы помимо общепринятых разделов (морфология, систематика, экологические характеристики, географическое распространение) большое внимание было уделено изучению споруляции ряда видов, причем были предложены усовершенствованные методики сбора выделяющихся спор, а наблюдения проводились круглый год. Для таксонов всех уровней были представлены описания и ключи для определения, так что эта первая крупная работа послужила фундаментом для развития различных направлений во всей дальнейшей научной деятельности ее автора. Здесь проявились основные качества Э. П. как миколога-исследователя: основательность, скрупулезность, изобретательность, стремление охватить все стороны проблемы и безграничная любовь к изучаемым объектам — к грибам, особенно ксилотрофным базидиомицетам.

После защиты кандидатской диссертации Э. П. начал совмещать научные исследования, популяризаторскую и административную работу. Обстоятельства сложились так, что сразу по окончании аспирантуры он был назначен исполняющим обязанности заведующего сектором ботаники ИЗБ, а позднее возглавил этот сектор как избранный заведующий. Он регулярно продолжал обследовать леса Эстонии, причем круг его интересов расширился до объема всей группы афиллофороидных грибов, с особым вниманием к кортициевым, хотя он уделял внимание и другим группам макромицетов. Наряду с регулярными «домашними» поездками по лесам Эстонии Э. П. начал планомерное изучение афиллофороидных грибов в других регионах Советского Союза. Он путешествовал по Кавказу, Уралу, Сибири, а Дальний Восток посещал 16 раз! Результатом этих поездок стали многочисленные коллекции афиллофороидных грибов, флористические списки для ряда регионов, часто первые для многих областей, а также таксономические обработки разных групп афиллофороидных грибов. Особое значение имеют его исследования по кортициевым грибам, изложенные в ряде статей и книге «*Conspectus systematis Corticeacearum*», опубликованной в 1968 г. Это одна из первых книг современной кортициологии, положившая начало обсуждению вопросов систематики этой сложной группы на современном уровне. Годом позднее он получил ученую степень доктора биологических наук по совокупности опубликованных работ, причем книга о системе *Corticaceae* s. lato, несомненно, была центральной публикацией. Много позднее номенклатурные разработки были представлены в виде компьютерной базы данных «CORTBASE. A nomenclatural database of corticioid fun-



gi» (1997), ставшей ценным инструментом в решении номенклатурных проблем микологов. Его книги-определители по клавариевым (1965) и лахнокладиевым (1970) грибам были первыми публикациями, обобщившими и пополнившими информацию о распространении этих групп грибов на территории СССР и давшими возможность определять их. В 1986 г. вышел из печати первый выпуск серии «Определитель грибов СССР» (в настоящее время это серия «Определитель грибов России»), соавтором которого совместно с М. А. Бондарцевой был Э. Пармасто. Как уже было отмечено, Э. П. не ограничивался изучением только афиллофороидных грибов. Примером может служить работа «The genus *Dictyonema* (Thelephorolichenes)» (1978), в которой он, со свойственной ему тщательностью, рассматривает 60 видов базидиолишайников, описанных в составе нескольких родов. Анализ показал, что все это многообразие может быть сведено к 5 видам. Для Э. П. характерен оригинальный подход к исследованиям — изучение объекта с позиций, часто оставляемых без внимания другими микологами. Примером может служить его работа «Variation of basidiospores in the *Hymenomyces* and its significance to their taxonomy» (1987), написанная в соавторстве с И. Пармасто, а также очень своевременная публикация «Limits of splitting (On schizotaxa)» (1994) и другие работы подобного направления. Путешествия за границу, особенно в такие экзотические страны, как Индия и Вьетнам, значительно расширили его кругозор как миколога-исследователя, поскольку «личное знакомство» с тропическими видами грибов в природных условиях позволяет, во-первых, собрать и изучить представителей неизвестных в умеренной зоне родов (*Elmerina*, *Grammothele*, *Porogramme* и др.), а во-вторых, пронаблюдать изменения в морфологии многолетних видов, связанные с отсутствием низких зимних температур. Результатом этих путешествий явились многочисленные статьи и книжка «Предварительный список афиллофоровых грибов (*Aphyllophorales* и *Polyporaceae* s. str.) Вьетнама» (1986). В последние годы Э. П. проявил повышенный интерес к гименохетовым грибам, особенно к представителям рода *Hymenochaete*. Как результат этих исследований с 2001 г. появились публикации по гименохетовым грибам Сев. Америки, Бразилии (совместно с Т. Б. Гибертони и др.), Индии, Коста-Рики, Гавайских островов (совместно с Р. Л. Гилбертсоном), короткие монографии по некоторым видам *Hymenochaete*, *Hydnochaete* и

*Phellinus*. Вместе с соавторами (Ларссоном, Фишером и др.) Э. П. обработал для коллективной статьи в журнале «Mycologia» (2007) раздел «*Hymenochaetales: a molecular phylogeny for the hymenochaetoid clade*».

Параллельно с научной работой Э. П. всегда уделял много внимания научно-популярным публикациям. Это, по-видимому, связано с прибалтийской традицией интереса к природе со стороны людей самых разнообразных профессий. В Эстонии много любителей грибов, которые достаточно серьезно занимаются своим хобби, и диалог с ними профессионалов через посредство печатных изданий — часть этой традиции. В период с 1957 по 1960 г. Э. П. был ответственным редактором журнала «Природа Эстонии», а в 1973—1976 гг. — президентом Эстонского общества естествоиспытателей. В 1988 г. он был избран почетным членом этого общества. Прошло уже более полувека с момента окончания Э. П. Тартуского университета. Это очень большой срок, но и вклад его в национальную и мировую микологию огромен. В 1988 г. он подсчитал, что им было описано в качестве новых для науки 2 класса, 2 семейства, 1 триба, 23 рода, 77 видов, 195 новых комбинаций. После этого было описано много новых таксонов, но даже сам автор плохо знает их количество. Всего Э. П. опубликовано более 190 научных статей и книг и более 250 научно-популярных заметок. В его честь описаны род *Parmastomyces*, подрод *Parmastinella*, виды *Amylodontia parmastii*, *Vararia parmastoi* и др.

Активность Э. П. не ограничивалась научной и научно-популярной деятельностью. Он готовил аспирантов и в 1980 г. получил звание профессора, в 1988—1995 гг. преподавал в Тартуском университете микологию. Велика роль Э. П. и как организатора науки. В 1985—1990 гг. он был директором Института зоологии и ботаники, в 1972 г. был избран членом-корреспондентом АН ЭССР, а в 1986 г. — академиком АН ЭССР. С 1973 по 1981 г. он был академиком-секретарем Отделения геологии, биологии и химии АН ЭССР, в 1982—1987 гг. — членом президиума Академии АН ЭССР. В настоящее время он продолжает работу в качестве старшего научного сотрудника своего института, который после реорганизации стал Институтом сельского хозяйства и окружающей среды (Institute of Agricultural and Environmental Sciences).

Его деятельность по развитию эстонской микологии оказала влияние на активизацию микологических и лихенологических исследований во всем Советском Союзе. Миколого-лихенологические симпозиумы республик Прибалтики, впервые организованные в Эстонии, были в числе первых совещаний, способствовавших объединению и обмену опытом микологов из разных республик, особенно после того, как на эти встречи стали приглашать специалистов со всей страны. Впоследствии этот опыт переняли и другие регионы — Закавказье, Средняя Азия. Регулярность встреч способствовала обмену опытом в изучении грибов. Современная эстонская микология обязана Э. П. своим становлением и процветанием. Сейчас в Эстонии работают его ученики и ученики его учеников.

Э. П. участвовал и участвует в ряде международных организаций. В 1971—1977 гг. он был членом Исполнительного комитета Международной микологической ассоциации, в 1977—1983 гг. — вице-президентом этой ассоциации. Э. П. был избран также почетным членом ряда иностранных научных обществ: Американского микологического общества (1994), Польского ботанического общества (1995), Германского микологического общества (2004). В настоящее время профессор Э. Пармасто — член редколлегии международного журнала «Mycological progress». В Эстонии его деятельность также была отмечена рядом почетных званий и наград. В 1985 г. он был удостоен звания Заслуженного деятеля науки ЭССР, медали Эстонской академии наук, в 1998 г. стал кавалером ордена Белого креста, в 2002 г. был удостоен Эстонской государственной премии за многолетнюю плодотворную научную работу, а в 2008 г. — премии им. Э. Кумари.

Имя профессора Эраста Пармасто широко известно микологам мира. Он является одним из самых уважаемых и авторитетных специалистов, чье мнение высоко ценят, а «острые словечки» охотно повторяют. Микологи Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН гордятся, что в качестве ученика профессора А. С. Бондарцева Э. П. сделал свои первые шаги в микологической науке в стенах нашего института.

Микологи БИН РАН и редколлегия журнала «Микология и фитопатология» поздравляют профессора Эраста Пармасто со славным юбилеем и желают ему еще многих лет творческой активности на благо всемирной микологии!!!

Поступила 5 XII 2008

© Микологи Ботанического института  
им. В. Л. Комарова РАН  
© Редколлегия журнала  
«Микология и фитопатология»

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СИСТЕМАТИКА,  
ЭКОЛОГИЯ**

УДК 582.288

© U. Braun,<sup>1</sup> T. S. Bulgakov<sup>2</sup>***CERCOSPORA EXOCHORDICOLA* — A NEW HYPHOMYCETE  
SPECIES FROM RUSSIA**БРАУН У., БУЛГАКОВ Т. С. *CERCOSPORA EXOCHORDICOLA* —  
НОВЫЙ ВИД ГИФОМИЦЕТА ИЗ РОССИИ

Braun and Mel'nik (1997) published an annotated checklist of cercosporoid hyphomycetes (*Capnodiales*, *Mycosphaerellaceae*, *Mycosphaerella* Johanson anamorphs) of Russia. A world-wide checklist of names assigned to *Cercospora* Fresen. and *Passalora* Fr. and a survey of the current taxonomy based on phylogenetic examinations was issued by Crous and Braun (2003). Nevertheless the knowledge about these fungi in Russia and worldwide is still fragmentary. A new leaf-spotting cercosporoid hyphomycete has recently been found in the Botanical Garden of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia.

***Cercospora exochordicola*** U. Braun et Bulgakov sp. nov.

MycoBank, MB 512611.

Differt a *Cercospora exochordae* stromatibus majoribus, 10—70 mkm diam., conidiophoris brevioribus, (5—)10—30 mkm longis, et conidiis obclavatis-fusiformibus, brevioribus, (20—)25—40(—50) mkm longis, 0—3-septatis.

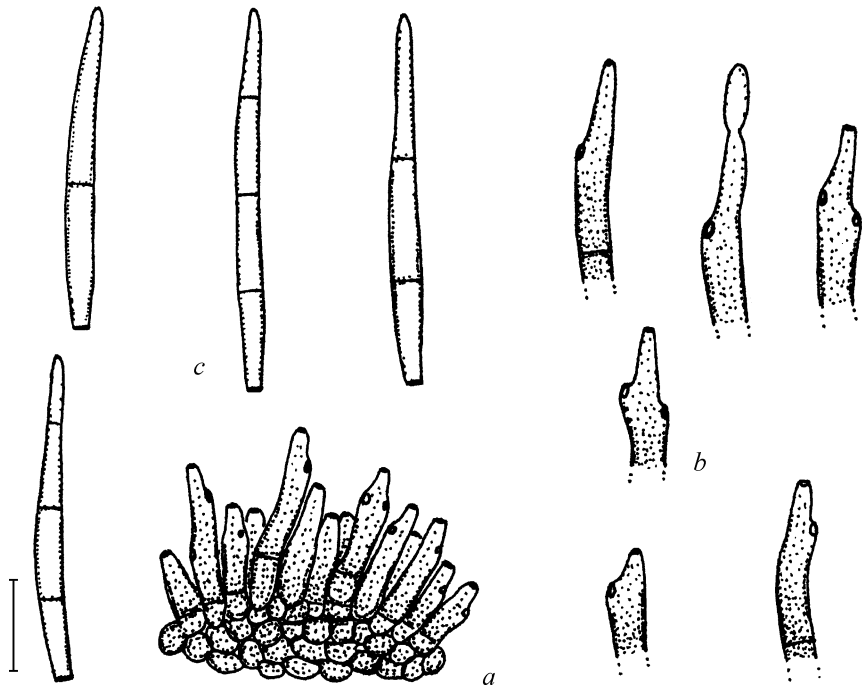
**Holotype:** On *Exochorda racemosa* (Lindl.) Rehd. (Rosaceae), Russia, Rostov region, Rostov-on-Don, Botanical garden of the Southern Federal University, 24 Sept. 2006, T. S. Bulgakov (HAL 2291 F).

Leaf spots amphigenous, subcircular to angular-irregular, 1—3 mm diam., brown, centre becoming dingy grey, greyish white to white, surrounded by a narrow to broad brown margin or halo. Caespituli epiphyllous, punctiform to subeffuse, medium to dark brown. Mycelium internal; stromata immersed, 10—70 mkm diam., brown, composed of swollen hyphal cells, 2—6 mkm diam. Conidiophores in small to usually rather large fascicles, loose to moderately dense, arising from stromata, erumpent, erect, straight and subcylindrical to moderately geniculate-sinuuous, unbranched, (5—)10—30×3—7 mkm, 0—1-septate, light brown to golden-brown, wall 0.5—1 mkm wide, smooth; conidiogenous cells integrated, terminal or conidiophores mostly reduced to conidiogenous cells, 5—25 mkm long, with 1—4 conspicuous conidiogenous loci, circular in front view, thickened and darkened, (1—)1.5—2 mkm diam. Conidia solitary, narrowly obclavate-fusiform, (20—)25—40(—50)×2—4(—5) mkm, 0—3-septate, apex subacute, base obconically truncate, rarely truncate, hila somewhat thickened and darkened, 1—2 mkm wide (Fig.).

**Discussion:** *Exochorda racemosa* (= *E. grandiflora* (Hook.) Lindl.), an Asian species distributed in eastern China (Roloff, Bärtels, 2006), is a common ornamental shrub, and an

<sup>1</sup> Martin-Luther-University, Institute of Biology, Geobotany and Botanical Garden, Herbarium, Neuwerk 21, D-06099 Halle (Saale), Germany.

<sup>2</sup> Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Chekhov pr., 41, 344006 Rostov-on-Don, Russia; e-mail: fungi-on-don@yandex.ru.



*C. exochordicola*: a — fascicle of conidiophores, b — conidiophores, c — conidia. Scale — 10 mkm. U. Braun del.

introduced, partly invasive plant in eastern and south-eastern parts of the USA. However, within its natural area no cercosporoid hyphomycetes have been recorded (Guo et al., 2005). *Cercospora exochordae* Chupp et F. Stevens was described on this host in Chupp (1954), based on a collection from North America (USA, Alabama). Crous and Braun (2003) examined type material of this species and reduced it to synonymy with *Cercospora apii* Fresen. s. lat. The stromata are small, 15—35 mkm diam., giving rise to fasciculate conidiophores, 30—200×3—5 mkm, and solitary, acicular, hyaline conidia with truncate base and a subacute apex, 30—150×2—4 mkm. Thus, *C. exochordae* is easily distinguishable from *C. exochordicola*. Among other *Cercospora* species on hosts of the Rosaceae, there is also no confusable species. Deighton (1987) introduced the combination *Pseudocercospora exochordae* (Chupp et F. Stevens) Deighton, but without any further details. The reasons for his combination are quite unclear since he did neither cite any collections examined, nor a description and illustration. Chupp and Stevens (in Chupp, 1954) described and depicted fasciculate conidiophores with acicular, hyaline conidia formed singly, but also superficial mycelium with solitary conidiophores. The latter structures cannot be part of the *Cercospora*. Therefore, it is possible that the original material of *C. exochordae* was heterogeneous, but Crous and Braun (2003) only found the genuine *Cercospora* in type material. In case the type material will prove to be actually heterogeneous, the name *C. exochordae* has to be confined to the *Cercospora* element, as already done by Crous and Braun (2003).

#### REFERENCES

Braun U., Mel'nik V. A. Cercosporoid fungi from Russia and adjacent countries // Proceed. Komarov. Bot. Inst. 1997. Vol. 20. P. 1—130 (in Russ.).

Chupp C. A monograph of the fungus genus *Cercospora*. Ithaca: Published by the author, 1954. 667 p.

Crous P. W., Braun U. *Mycosphaerella* and its anamorphs. 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora* // CBS Biodiversity Series. 2003. Vol. 1. P. 1—571.

Deighton F. C. New species of *Pseudocercospora* and *Mycovellosiella*, and new combinations into *Pseudocercospora* and *Phaeoramularia* // Trans. Brit. Mycol. Soc. 1987. Vol. 88. P. 365—391.

Guo Y.-L., Liu X.-J., Hsieh W.-H. *Flora Fungorum Sinicorum*. Vol. 24. *Cercospora*. Beijing: Science Press, 1995. 373 p.

Roloff A., Bärtels A. *Flora der Gehölze*. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, 2006. S. 1—844.

Martin-Luther-University  
Halle (Saale), Germany  
Southern Scientific Centre  
Russian Academy of Sciences  
Rostov-on-Don, Russia  
fungi-on-don@yandex.ru

Received 19 XI 2008

### РЕЗЮМЕ

Приводится описание нового для науки гифомицета *Cercospora exochordicola*, найденного на листьях *Exochorda racemosa* (Rosaceae) из ботанического сада Южного федерального университета (Ростов-на-Дону).

Ключевые слова: микобиота России, анаморфные грибы, гифомицеты, *Exochorda racemosa*.

### SUMMARY

Description of a new hyphomycete fungus *Cercospora exochordicola* which had been found on *Exochorda racemosa* from Botanical garden of the Southern Federal University (Rostov-on-Don).

Key words: mycobiota of Russia, anamorphic fungi, hyphomycetes, *Exochorda racemosa*.

## ГРИБЫ — ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ

УДК 632.937.15 : 632.4

© Л. И. Домрачева, И. Г. Широких, А. И. Фокина

### АНТИФУЗАРИОЗНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ И АКТИНОМИЦЕТОВ В ПОЧВЕ И РИЗОСФЕРЕ

DOMRACHEVA L. I., SHIROKIKH I. G., FOKINA A. I. CYANOBACTERIA AND ACTINOMYCETES INFLUENCE AGAINST *FUSARIUM* SPECIES IN SOIL AND RHIZOSPHERE

Среди фитопатогенов, вызывающих массовые болезни культурных растений, порой переходящие в эпифитотии, особую роль играют грибы рода *Fusarium*. Космополитизм и растительная «всеядность», возможность длительного существования в сапрофитной фазе, прогрессирующая устойчивость к применяемым ядохимикатам позволяют фузариям постоянно расширять свои экологические ниши.

Подавление химическими методами фузариозов, как и других вызываемых грибами заболеваний, имеет ряд ограничений, связанных с появлением суперустойчивых штаммов, а также с неблагоприятными экологическими последствиями применения пестицидов в посевах. Поэтому актуальна разработка биологических методов защиты растений и повышение супрессивности почв в отношении грибных фитопатогенов (Соколов и др., 1994). Снизить функциональную значимость фитопатогенов можно посредством интродукции в агроэкосистему разнообразных микроорганизмов, включая популяции антагонистов и микробные препараты сложного состава (Кожевин, 2006). В качестве антагонистов наиболее перспективны конкурентные формы микробов, характеризующиеся высокой скоростью роста и способностью образовывать споры в больших количествах, выживающие при дефиците питательных веществ и в других неблагоприятных условиях (Соколов и др., 1994).

Цианобактерии в отличие от гетеротрофных микроорганизмов, традиционно используемых для производства биопрепаратов, по темпам размножения сопоставимы с фитопатогенными грибами. Они известны своей способностью размножаться в почвах до степени макроразрастаний — пятен «цветения», в которых численность достигает 40 млн клеток на 1 см<sup>2</sup> (Домрачева, 2005). Благодаря способности фиксировать как углерод, так и атмосферный азот цианобактерии вносят существенный вклад в плодородие почвы. Среди экзометаболитов цианобактерий много биологически активных веществ, которые активизируют ростовые процессы высших растений (Андреюк и др., 1990). Однако до недавнего времени практически отсутствовали сведения о фунгицидной активности фототрофных микроорганизмов. Исследования, проведенные в последние годы (Домрачева и др., 2001, 2003), показали, что цианобактерии занимают важное место среди естественных антагонистов грибов рода *Fusarium*. Так, из цианобактерий *Nostoc commune* выделен липопептид с сильным фунгицидным действием (Kajiyama et al., 1998).

Благодаря своим особым слизистым чехлам цианобактерии в природе являются формообразующими центрами микробных ассоциаций. В качестве спутников цианобактерий часто встречаются актиномицеты (Звягинцев, Зенова, 2001). Вследствие

широко распространенной среди мицелиальных прокариот способности к синтезу антибиотиков и хитиназ актиномицеты могут также выступать в качестве естественной защиты растения от фитопатогенных грибов. Вместе с тем актиномицеты не обладают способностью к быстрому росту, являясь представителями так называемых К-стратегов. Одним из подходов к разрешению этого противоречия может явиться создание комбинированных биопрепаратов на основе цианобактерий, обладающих высокой энергией роста и формообразовательными функциями, и актиномицетов, которые в альгобактериальных ассоциациях находятся в мицелиальной форме и функционально активны (Омарова и др., 2006).

В ризосферных популяциях ячменя, клевера лугового и озимой ржи на дерново-подзолистой почве с высокой частотой встречаются актиномицеты, способные синтезировать диффундирующие в агар метаболиты, которые существенно ограничивают или подавляют рост фитопатогенных грибов рода *Fusarium* (Широких, 2003; Широких и др., 2004). В то же время в пахотном слое типичного чернозема обнаружены лишь единичные актиномицеты-антагонисты с сильной антагонистической активностью по отношению к фузариям (Виноградова и др., 2005). Основным способом воздействия стрептомицетов на микромицеты из того же местообитания являлась стимуляция развития грибов, в связи с чем авторы указывают на необходимость осторожного подхода к вопросам использования аборигенных стрептомицетов в целях подавления активных фитопатогенов и тщательного подбора контролирующего агента. Тем не менее эти вопросы исследованы недостаточно. В частности, неясны особенности взаимоотношений стрептомицетов, грибов и цианобактерий в зависимости от специфики отдельных видов и штаммов, а также действие антагонистов в различных почвенных микролокусах.

В связи с этим в задачу нашей работы входило изучение антифузариозной активности актиномицетов и цианобактерий в модельных условиях почвы и ризосферы и выявление культур, которые могут быть применены для контроля популяций фитопатогенных грибов.

## Материал и методы

В работе использовали природные изоляты фитопатогенных грибов рода *Fusarium*, выделенные на территории Кировской обл.; штаммы цианобактерий из коллекций кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии; штаммы стрептомицетов из коллекции Лаборатории генетики НИИ сельского хозяйства Северо-Востока.

Цианобактерии выращивали в жидкой среде Громова № 6 без азота (Практикум по микробиологии, 2005). Для культивирования стрептомицетов использовали минеральную среду Гаузе (Зенова, 1992). Смешанную культуру получали путем объединения цианобактерий *Nostoc linckia* № 273 со штаммом *Streptomyces luteo-griseus* A-23 в жидкой среде.

Антифунгальную активность актиномицетов предварительно исследовали методом агаровых блоков (Егоров, 1979). Для оценки антифунгальной активности цианобактерий и смешанных культур их наносили на «газоны» фузариумов, выращенных на среде Чапека. О степени антагонистической активности судили по диаметру зоны подавления роста гриба. Каждый тест повторяли 3-кратно.

Супрессивность почвы при внесении в нее различных видов цианобактерий оценивали в модельном опыте. В стерильную дерново-подзолистую почву, помещенную в чашки Петри, вносили суспензию макроконидий ( $1.8 \times 10^5$  клеток/мл) *F. culmorum*. Одновременно инокулировали почву одним из трех различных видов цианобактерий-антагонистов ( $2.5 \times 10^5$  клеток/мл).

Изучали влияние чистых культур цианобактерий *N. linckia*, стрептомицета *S. luteo-griseus* и их смешанной культуры на развитие *Fusarium oxysporum* в прикорневой зоне растений. Семена яровой пшеницы сорта Ирень заражали макроконидиями фуза-



риума ( $9 \times 10^5$  конидий на 1 зерновку) и помещали по 5 штук в чашки Петри, заполненные дерново-подзолистой почвой. В вариантах с использованием микробов-антагонистов зараженные семена перед посевом выдерживали в течение 1 ч в жидких суспензиях соответствующих микробных культур. Каждый вариант опыта проводили в пяти повторностях. Спустя 7 суток после начала опыта проростки извлекали из почвы, отбирали образцы корней и ризосферной почвы и определяли длину грибного мицелия, а также численность споровых структур и фрагментов грибного мицелия методом прямого микроскопирования на мазках (Полянская, 1996). Для каждого образца изготавливали 9 препаратов.

Полученные данные обрабатывали стандартными методами статистического анализа (Лакин, 1990). В таблицах и на рисунках представлены средние значения показателей и их стандартные ошибки.

## Результаты и обсуждение

Для первоначальной характеристики антифузариозной активности цианобактерий и актиномицетов и отбора активных штаммов исследовали их влияние на фитопатогенные грибы в чистых культурах. Результаты оценки антифузариозной активности культур актиномицетов показали, что их воздействие вызывало усыхание грибного мицелия и снижение уровня конидиеобразования. Зоны подавления роста грибов колебались от 18 до 50 мм в зависимости от тест-культуры гриба и штамма актиномицета (табл. 1).

При нанесении пленок цианобактерий *N. paludosum* № 18, *N. linckia* № 273, *Microrhiza tenera* № 263 на газоны грибов *F. oxysporum*, *F. nivale*, *F. culmorum* наблюдали замедление роста, усыхание и лизис их мицелия. Микроскопия чашек с посевами показала, что воздействие цианобактерий приводит не только к лизису грибного мицелия, но и к переходу гриба от активной стадии развития к спороношению, а именно к накоплению хламидоспор. Антифузариозную активность цианобактерий наблюдали также в почве модельного опыта в отсутствие растений. При внесении в почву спор *F. culmorum* добавление различных культур цианобактерий вызывало во всех случаях супрессивный эффект в отношении гриба, что проявилось в существенном снижении длины грибного мицелия в сравнении с контрольным вариантом без цианобактерий (табл. 2). Антифузариозный эффект ностоков в почве развивался постепенно, нарастая от 1-х к 7-м суткам. Особенно сильный эффект был отмечен при интродукции в почву цианобактерий *M. tenera*, в присутствии которой грибной мицелий исчезал уже в первые сутки после внесения, тогда как в контрольном варианте наблюдалось интенсивное развитие гриба, суммарная длина мицелия которого к 7-м суткам достигла более чем  $5 \text{ м/см}^2$ .

При проверке на газонных посевах гриба *F. oxysporum* антифузариозный эффект смешанной со стрептомицетом культуры *N. linckia* сохранялся. Численность колониобразующих единиц (КОЕ) стрептомицета *S. luteo-griseus* в смешанной культуре ( $0.85 \times 10^6$  КОЕ/мл) была близкой к численности в чистой культуре —  $1.35 \times 10^7$  КОЕ/мл. Однако практический интерес представляло изучение изменений антифузариозных свойств смешанной культуры по сравнению с составляющими ее компонентами в ризосфере растений, т. е. в паразитической стадии развития гриба. В литературе сообщалось (Калько и др., 2003), что динамика популяций фитопатогенного гриба *F. oxysporum* существенно различается в почве без растения и в ризосфере, причем антигрибное действие внесенных в почву антагонистов *Bacillus subtilis* и *S. felleus* более выражено в прикорневой зоне растений-хозяев, чем в тепличной почве без растений.

Искусственное заражение семян пшеницы спорами гриба *F. oxysporum* вызвало снижение их всхожести на 16 % по сравнению с контролем. Обработка инфицированных семян культурой цианобактерий *N. linckia* не только устраняла негативное воздействие гриба, но и повышала всхожесть семян на 12 % к контролю, тогда как обра-

**Антагонистическая активность актиномицетов  
по отношению к фитопатогенным грибам рода *Fusarium***

Штамм	Зона ингибирования роста гриба, мм					
	<i>F. sporotrichiella</i> К-8999-К	<i>F. oxysporum</i> С-099-К	<i>F. avenaceum</i> 7/2	<i>F. avenaceum</i> 10/2	<i>F. sporotrichiella</i> КК-794-24	<i>Fusarium</i> sp. 21n-1
<i>Actinomyces griseocastaneus</i> A-24	30 ± 1.3	30 ± 0.8	26 ± 2.0	20 ± 0.3	29 ± 1.6	30 ± 2.7
<i>Streptomyces felleus</i> A-3	21 ± 0.5	20 ± 0.5	31 ± 1.0	20 ± 0	0	21 ± 2.0
<i>S. hygroscopicus</i> A-4	33 ± 1.2	29 ± 1.5	50 ± 1.3	35 ± 1.8	31 ± 0.8	30 ± 0.5
<i>S. hygroscopicus</i> A-9	35 ± 1.2	30 ± 1.2	46 ± 0.9	39 ± 1.0	20 ± 0.2	28 ± 0.5
<i>S. hygroscopicus</i> A-22	36 ± 1.0	18 ± 2.1	42 ± 1.9	42 ± 2.2	30 ± 1.6	26 ± 0.3
<i>S. luteogriseus</i> A-23	40 ± 0.4	24 ± 1.7	26 ± 1.5	25 ± 0	36 ± 1.0	41 ± 0.9
<i>S. hygroscopicus</i> 1—6—1	29 ± 0	24 ± 0.3	46 ± 1.4	49 ± 2.0	45 ± 1.7	34 ± 1.2
<i>S. omiyaensis</i> 12—1	30 ± 2.3	22 ± 1.0	38 ± 1.5	40 ± 1.3	36 ± 1.5	30 ± 0.6

ботка чистой культурой стрептомицета *S. luteogriseus* и в сочетании с *N. linckia* существенного влияния на всхожесть зараженных семян не оказала.

При наличии в почве дополнительного источника питания в виде корневого депозита проростков антагонисты в отличие от опыта с выращиванием культур в свободной от корней почве не вызвали полной гибели гриба, но значительно ограничили его развитие (табл. 2). Контакт с микробами-антагонистами затормозил интенсивность вегетативного роста гриба: нарастание длины грибного мицелия как на корнях, так и в ризосферной почве существенно уступало отмеченному в контроле (рис. 1). Особенно сильно подавление мицелиального роста фузариума проявилось под влиянием *N. linckia* — длина мицелия на корнях проростков снизилась в 33 раза, тогда как под воздействием стрептомицета — только в 3.3 раза, а при использовании смешанной культуры этих микроорганизмов — всего в 2 раза. В ризосферной почве максимальное снижение длины грибного мицелия (в 20 раз) произошло в варианте с инокуляцией смешанной культурой, а при инокуляции семян составляющими ее компонентами — только в 2—3 раза. По мнению специалистов (Струнникова и др., 2004), именно плотность мицелия является показателем условий, благоприятных для роста гриба. Снижение плотности грибного мицелия *Fusarium culmorum* в почве и на корнях в присутствии микробов-антагонистов, в частности *Pseudomonas fluorescens*, отмечалось и ранее, причем в качестве механизма антагонистического действия бактерии авторы рассматривали конкуренцию за питательные вещества (Струнникова и др., 2005).

Интенсивность инфекционного процесса, вызванного грибами-фитопатогенами, во многом определяется не столько суммарной длиной мицелия, сколько количеством отдельных мицелиальных фрагментов: чем больше их количество, тем интенсивнее

Таблица 2

**Динамика суммарной длины мицелия *Fusarium culmorum* (мм/см<sup>2</sup>)  
в зависимости от вида внесенных в почву цианобактерий**

Вариант опыта, сутки	Контроль	<i>Nostoc paludosum</i>	<i>Nostoc linckia</i>	<i>Microchaeta tenera</i>
1-е	0.65 ± 0.075	0.48 ± 0.023	0.62 ± 0.689	0
3-и	20.2 ± 4.100	0.14 ± 0.031	0.14 ± 0.027	0
7-е	>5000	0	0	0

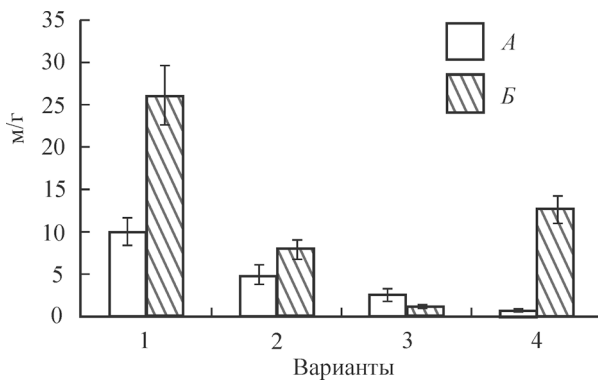


Рис. 1. Влияние микробов-антагонистов на мицелиальный рост *Fusarium oxysporum* в ризосфере (А) и ризоплане (Б) проростков пшеницы: 1 — контроль, 2 — *S. luteogriseus*, 3 — *N. linckia*, 4 — *N. linckia* + *S. luteogriseus*.

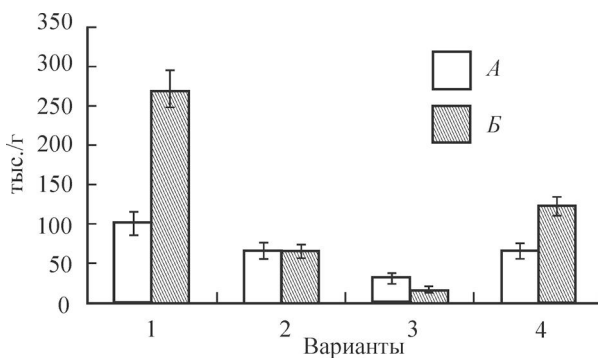


Рис. 2. Изменение количества фрагментов грибного мицелия под влиянием микробов-антагонистов в ризосфере (А) и ризоплане (Б) проростков пшеницы: 1 — контроль, 2 — *S. luteogriseus*, 3 — *N. linckia*, 4 — *N. linckia* + *S. luteogriseus*.

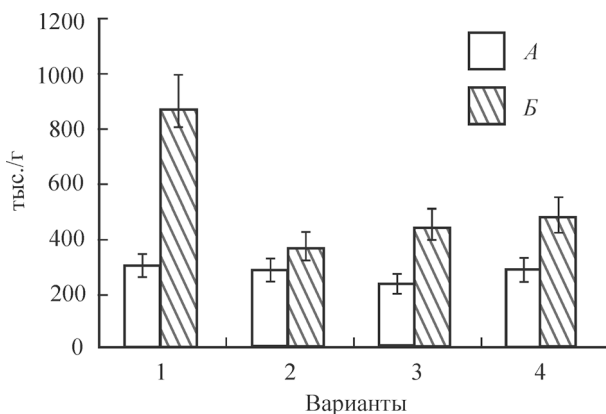


Рис. 3. Количество фузариозных пропагул в ризосфере (А) и ризоплане (Б) проростков пшеницы: 1 — контроль, 2 — *S. luteogriseus*, 3 — *N. linckia*, 4 — *N. linckia* + *S. luteogriseus*.

Доля репродуктивных структур в популяции *Fusarium oxysporum* в ризоплане и ризосфере проростков пшеницы

Вариант	Локус	Репродуктивные структуры, %		
		макроконидии	микроконидии	хламидоспоры
Контроль	1	3.0 ± 0.5	78 ± 4.5	19 ± 0.5
	2	25 ± 7.1	41 ± 2.9	34 ± 1.2
S. luteogriseus	1	28 ± 1.5	39 ± 5.7	33 ± 2.6
	2	23 ± 1.1	46 ± 2.6	31 ± 1.5
N. linckia	1	0	82 ± 5.2	18 ± 1.5
	2	42 ± 2.1	50 ± 1.7	8.0 ± 0.6
N. linckia + S. luteogriseus	1	13 ± 1.0	65 ± 8.6	22 ± 3.8
	2	54 ± 2.5	15 ± 1.5	31 ± 5.7

Примечание. 1 — ризоплана, 2 — ризосфера.

идет процесс колонизации грибом пространства и соответственно заражения растений (Домрачева и др., 2003). Показано, что количество мицелиальных фрагментов по вариантам опыта колебалось в широких пределах, но под воздействием обработки семян культурами антагонистов снижалось особенно существенно на корнях, в меньшей степени — в ризосферной почве (рис. 2). Лидирующее положение по этому показателю занимала цианобактерия *N. linckia*. Стрептомицет *S. luteogriseus* как в чистой, так и в смешанной культуре значительно ей уступал. При сравнении средней длины фрагментов мицелия в ризоплане по вариантам (контроль —  $97.7 \pm 10.4$ , *S. luteogriseus* —  $119.9 \pm 10.5$ , *N. linckia* —  $47.9 \pm 10.2$ , *N. linckia* + *S. luteogriseus* —  $119.9 \pm 21.0$  мкм) определили, что под воздействием культуры *N. linckia* этот показатель был минимален.

Выживание и распространение грибов при остановке вегетативного роста обеспечивает спороношение. Под воздействием инокуляции культурами антагонистов существенно снизилось количество споровых структур на поверхности корней. В ризосферной почве, где различия между вариантами были незначительны, оно оставалось на прежнем уровне (рис. 3). Как следует из литературных данных (Шахназарова и др., 2004), в пределах почвы одного типа интенсивность конидиеобразования определяется плотностью мицелия. Снижение плотности мицелия в ризосферной почве в пределах одного порядка в нашем случае не оказало существенного влияния на общую продукцию спор *Fusarium oxysporum*.

Вместе с тем влияние инокуляции на развитие популяции фитопатогенного гриба проявлялось в изменении соотношения различных типов спор, образуемых в ризоплане и в ризосферной почве в зависимости от варианта инокуляции. Так, в ризосферной почве контрольного варианта соотношение макроконидий, микроконидий и хламидоспор было примерно равным, а на корнях преобладали микроконидии — 78 % (табл. 3). Под влиянием *N. linckia*, в наибольшей степени подавлявшего развитие грибного мицелия, в ризосферной почве одновременно происходила стимуляция образования микроконидий. Их доля от общего количества споровых структур возросла с 41 до 50 %, а на корнях существенно не изменилась (82 %). Макроконидии в ризоплане растений этого варианта обнаружены не были, доля хламидоспор существенно не отличалась от контроля. Видимо, в этом случае развитие гриба было направлено на ускоренное завоевание пространства путем массового образования самых легких и маленьких спор, способных к переносу на большие расстояния.

Влияние стрептомицета на репродуктивные структуры *Fusarium oxysporum* в ризосферной почве практически не проявилось: все типы спор образовывались в равном соотношении. На корнях в этом же варианте опыта отмечено наибольшее образова-

Удельная продуктивность пропагул *Fusarium oxysporum* в ризоплане и ризосфере пшеницы, тыс./м мицелия

Вариант	Ризоплана	Ризосфера
Контроль	23.1 ± 4.0	33.2 ± 3.0
<i>S. luteogriseus</i>	37.4 ± 3.6	45.8 ± 4.3
<i>N. linckia</i>	531.7 ± 54.6	552.5 ± 49.8
<i>N. linckia</i> + <i>S. luteogriseus</i>	27.6 ± 7.4	37.3 ± 3.2

ние макроконидий (28 %) и хламидоспор (33 %), которые благодаря их выносливости и способны сохраняться в почве длительное время. Вероятно, стимуляция образования грибом толстостенных хламидоспор связана со способностью культуры *S. luteogriseus* продуцировать токсичные метаболиты антифунгального действия. Увеличение образования хламидоспор грибом *F. oxysporum* отмечалось ранее под влиянием кислотного воздействия в ризосфере клевера лугового (Григорьев и др., 2004). При использовании для инокуляции семян цианобактерий *N. linckia* и стрептомицетов *S. luteogriseus* в смешанной культуре процентное соотношение репродуктивных структур гриба в ризосферной почве изменилось в сторону увеличения доли спор, обеспечивающих выживание в неблагоприятных условиях. Если в ризосферной почве контрольного варианта преобладающая группа спор представлена микроконидиями (41 %), то при инокуляции смешанной культурой преобладают макроконидии (54 %) — более инертные и прочные структуры, выполняющие сразу обе функции — выживания и распространения. Под влиянием смешанной культуры *N. linckia* и *S. luteogriseus* существенно возросла доля макроконидий и на корнях проростков (13 %) по сравнению с контролем (3 %).

Одним из показателей степени угнетения гриба, вызванного внесением микробов-антагонистов, может быть величина удельной продуктивности спор (численность спор в пересчете на 1 м мицелия), отражающая мобилизацию внутренних резервов гриба на репродукцию, как ответную реакцию, вызванную неблагоприятным биотическим воздействием. Максимальная величина удельной продуктивности фузариозных пропагул (в данном случае суммарная численность макроконидий, микроконидий и хламидоспор) выявлена в варианте с обработкой семян культурой *N. linckia* (табл. 4). В остальных вариантах опыта удельная продуктивность пропагул *Fusarium oxysporum* была на порядок ниже и достоверно не отличалась от контроля.

Таким образом, итоги лабораторного тестирования показали, что оба антагониста оказали существенное влияние на структуру грибной популяции *F. oxysporum*, сдерживая в большей (*N. linckia*) или в меньшей (*S. luteogriseus*) степени рост грибного мицелия в прикорневой зоне проростков пшеницы. Если в ризоплане максимальное подавление мицелиального роста, обладающего наибольшим инфекционным потенциалом, было обусловлено антагонистической активностью цианобактерии *N. linckia*, то в ризосферной почве максимальное ингибирование мицелиального роста гриба отмечено в случае совместного применения культур *N. linckia* и *S. luteogriseus*.

В условиях насыщения почвы микробами-антагонистами испытанных штаммов происходили и такие изменения в структуре популяции *F. oxysporum*, как массовое снижение численности фрагментов мицелия в ризоплане и ризосфере. Подавление роста мицелия цианобактерией было сопряжено с усилением репродуктивной функции гриба — возрастанием удельной продукции спор, как более толерантных структур к антагонистическому воздействию. Стимулирующее влияние стрептомицета на продуктивность пропагул гриба не выявлено. Вместе с тем под воздействием актиномицета возросла доля таких инертных и прочных репродуктивных структур, как макроконидии и хламидоспоры.

Выявленные изменения в популяционной структуре фитопатогенного гриба *F. oxysporum* в результате обработки семян культурами микроорганизмов-антагонистов вселяют надежду на успех в создании искусственных фототрофно-гетеротрофных ассоциаций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреюк Е. И., Коптева Ж. П., Занина В. В. Цианобактерии. Киев: Наук. думка, 1990. 200 с.

Виноградова К. А., Шаркова Т. С., Александрова А. В., Кожевин П. А. Анализ межпопуляционных взаимодействий почвенных грибов и актиномицетов // Микология и фитопатология. 2005. Т. 39, Вып. 3. С. 28—40.

Григорьев А. М., Горленко М. В., Марфенина О. Е. Изучение роста фрагментов мицелия *Fusarium oxysporum* в условиях разной кислотности среды // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38, вып. 3. С. 29—35.

Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2005. 336 с.

Домрачева Л. И., Третьякова А. Н., Трефилова Л. В. Эволюция фототрофных микробных сообществ при антропогенных воздействиях на почву // Экология и почвы: Избранные лекции X Всероссийской школы. Пушино, 2001. Т. 4. С. 184—193.

Домрачева Л. И., Трефилова Л. В., Ветлужских И. Л. Цианобактериальное ингибирование фузариозных инфекций // Вопросы экологии и природопользования в аграрном секторе / Матер. Всерос. науч.-практ. конф. (Ижевск, 20—23 июня 2003 г.) М.: АНК, 2003. С. 236—240.

Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. М.: Высш. школа, 1979. 485 с.

Калько Г. В., Воробьев Н. И., Новикова И. И. Влияние микробов-антагонистов на выживание *Fusarium oxysporum* в тепличном грунте и ризосфере растений огурца // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37, вып. 5. С. 84—92.

Звягинцев Д. Г., Зенова Г. М. Экология актиномицетов. М.: ГЕОС, 2001. 257 с.

Зенова Г. М. Почвенные актиномицеты. М.: МГУ, 1992. 78 с.

Кожевин П. А. Некоторые аксиомы почвенной биотехнологии и применение эффективных микроорганизмов // Микробиологические препараты «Байкал ЭМ1», «Тамир», «ЭМ-курunga». Практическая биотехнология в сельском хозяйстве, экологии, здравоохранении: Сб. трудов. М.: Агрорус, 2006. С. 76—80.

Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебн. пособие для биол. спец. вузов. М.: Высш. школа, 1990. 352 с.

Омарова Е. О., Зенова Г. М., Орлеанский В. К., Карпов Г. А., Жегалло Е. А. Экологические особенности взаимодействия синезеленых водорослей (цианобактерий) и стрептомицетов как компонентов альгобактериальных ассоциаций // Грибы и водоросли в биоценозах — 2006 / Матер. Междунар. конф., посвящ. 75-летию биол. факультета МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, 31 января—3 февраля 2006 г.). М.: МАКС Пресс, 2006. С. 116—117.

Полянская Л. М. Микробная сукцессия в почве: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1996. 96 с.

Практикум по микробиологии / Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Изд. центр Академия, 2005. 608 с.

Соколов М. С., Монастырский О. А., Покушова Э. А. Экологизация защиты растений / Под ред. В. А. Захаренко. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 462 с.

Струнникова О. К., Шахназарова В. Ю., Вишневская И. А. Роль почвенных условий в выживании и развитии фитопатогенного гриба *Fusarium culmorum* // Почвы — национальное достояние России / Матер. IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Кн. 1. Новосибирск, 2004. С. 54.

Струнникова О. К., Шахназарова В. Ю., Вишневская И. А. Развитие и взаимоотношение фитопатогенного гриба *Fusarium culmorum* и антагонистической бактерии *Pseudo-*

monas fluorescens в почве, ризосфере и на корнях ячменя // Фитосанитарное оздоровление экосистем / Матер. II Всерос. съезда по защите растений (Санкт-Петербург, 10 декабря 2005). СПб., 2005. Т. 2. С. 193—194.

Шахназарова В. Ю., Струнникова О. К., Вишневская Н. А. Развитие внесенной популяции *Fusarium culmorum* в почве: особенности формирования и лизиса различных структур гриба // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38, вып. 3. С. 79—87.

Широких И. Г. Антифунгальный потенциал актиномицетов в ризосфере ячменя на дерново-подзолистых почвах // Почвоведение. 2003. № 4. С. 458—464.

Широких И. Г., Мерзаева О. В. Комплекс актиномицетов в ризосфере озимой ржи на дерново-подзолистой почве // Микробиология. 2005. Т. 74. № 2. С. 271—277.

Kajiyama S., Kanzaki H., Kawazu K., Kobayashi A. Nostofungicide, an antifungal lipopeptide from the fieldgrown terrestrial bluegreen alga *Nostoc commune* // Tetrahedron Lett. 1998. Vol. 39 (22). P. 3737—3740.

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН  
Вятский государственный университет  
Киров  
irgenal@mail.ru

Поступила 10 X 2006

## РЕЗЮМЕ

В лабораторных модельных экспериментах изучено влияние стрептомицетов и цианобактерий *Nostoc linckia*, *N. commune*, *Microchaeta tenera* на фитопатогенные грибы рода *Fusarium*. Изучены их межпопуляционные взаимоотношения в ризосфере яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в дерново-подзолистой почве.

Ключевые слова: цианобактерии, стрептомицеты, фитопатогенные грибы *Fusarium*, ризосфера пшеницы.

## SUMMARY

The influence of cyanobacteria *Nostoc linckia*, *N. commune*, *Microchaeta tenera* and streptomycetes on phytopathogenic micromycetes *Fusarium* in laboratory model experiments was studied. Interpopulational relationships of these microorganisms in the rhizosphere of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in soddy-podzolic soil were examined.

Key words: cyanobacteria, streptomycetes, phytopathogenic fungi *Fusarium*, wheat rhizosphere.

УДК 631.466.1 : 631.411.1

© Г. А. Евдокимова,<sup>1</sup> М. В. Корнейкова,<sup>1</sup> Е. В. Лебедева,<sup>2</sup> В. В. Калмыкова<sup>1</sup>

### МИКРОМИЦЕТЫ В ПЕСКАХ И ПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ГЕНЕЗИСА

EVDOKIMOVA G. A., KORNEYKOVA M. V., LEBEDEVA E. V., KALMYKOVA V. V.  
MICROMYCETES IN SANDS OF THE NATURAL AND INDUSTRIAL GENESIS

В результате деятельности крупных горнодобывающих и перерабатывающих предприятий образуется большое количество отходов переработки полезных ископаемых — хвостов обогатительных фабрик, складированных в хвостохранилищах, общая площадь которых в Мурманской обл. в настоящее время составляет около 5 тыс. га. Действующие и отработанные хвостохранилища, с одной стороны, представляют собой источник ценных химических элементов, с другой — источник значительного загрязнения окружающих территорий, в том числе и населенных пунктов.

Отходы апатитонепелиновой промышленности, состоящие в основном из нефелина (до 60 %), характеризуются как «нефелиновые пески». Этот термин прочно закрепился в литературе (Медведев, 1964; Переверзев и др., 2007).

С 1964 по 1975 г. проводилась работа по закреплению отработанного хвостохранилища ОАО «Апатит» под г. Кировском. К настоящему времени на этом хвостохранилище сформировалась экосистема, представляющая собой модель техногенного образования, которая претерпела длительную эволюцию от бесплодных, заселенных только микроорганизмами песков до сложных биогеоценозов, включающих новообразованную почву с растительным покровом разной структуры (Похилько и др., 2005; Переверзев и др., 2007). Современный растительный покров представлен березняками лишайниково-разнотравными и березняками лишайниково-травянисто-моховыми. На открытых местах располагаются участки луговых растений.

Примером песков природного происхождения, образовавшихся в результате ветровой эрозии и хозяйственной деятельности человека (вырубка леса, выпас скота), является приморская песчаная равнина в районе с. Кузомень (Терский берег Белого моря), где на площади около 1000 га полностью разрушены растительный и почвенный покровы (Медведев, 1964; Казаков, 2000). Открытые песчаные пространства подвержены ветровой эрозии, значительному переносу песка, образованию типичного для пустынных территорий ландшафта, характеризующегося как «кузоменские пески».

Целью данной работы было изучение комплексов микроскопических грибов, как объектов, играющих существенную роль в почвообразовательных процессах, в песках техногенного и природного генезиса в условиях Крайнего Севера.

<sup>1</sup> Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, Апатиты.

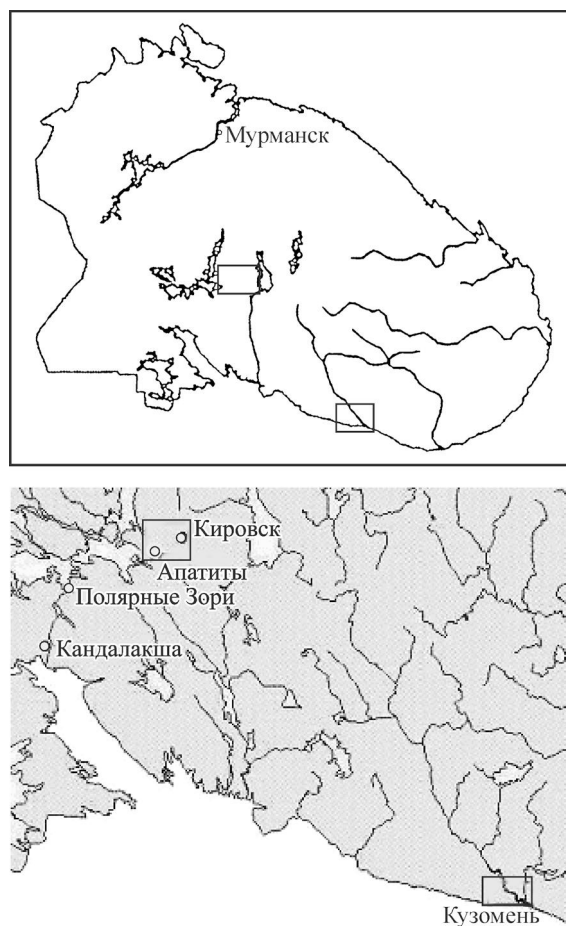
<sup>2</sup> Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург.



## Материал и методы

Исследования проводили в Мурманской обл. на двух хвостохранилищах обогатительных фабрик ОАО «Апатит» (см. рисунок). Одно из них, действующее, расположено в 3 км от г. Апатиты (общая площадь более 1.5 тыс. га), другое, законсервированное, площадью 120 га, рекультивировано в 1964—1975 гг. и расположено в 15 км в северном направлении от г. Апатиты и в 3 км от г. Кировска (Кадастр отходов..., 1998). Исследования также проводили на природных кузоменских песках под 20-летними посадками сосен и в чистых песках без растительности у р. Варзуга.

Пылящие поверхности хвостохранилищ обогатительных фабрик и приморских песков как объекты экологических исследований имеют черты сходства и различия (табл. 1). Оба объекта представляют собой массивы, сложенные минеральными материалами, в гранулометрическом составе которых преобладают грубопесчаные частицы при сравнительно небольшом содержании высокодисперсных фракций (Переверзев и др., 2007). В то же время генетически это совершенно разные материалы. Кузоменские пески являются природным материалом, минералогический и химический состав которого аналогичен составу зональных почв. Это полимиктовые пески, в состав которых входит не только кварц, но и некоторые темноцветные минералы, устойчивые к воздействию выветривания. Отходы обогатительного производства являются



Расположение объектов исследования.

**Сравнительная характеристика нефелиновых и кузоменских песков  
(по: Медведев, 1964; Переверзев и др., 2007)**

Показатель	Нефелиновые пески	Кузоменские пески
Происхождение	Продукт переработки полезных ископаемых	Природный материал
Гранулометрический состав, %	Песок (29), пыль (69), ил (2)	Песок (98.5), пыль (1.2)
Минералогический состав	Нефелин (57.2 %) и сопутствующие ему минералы: апатит, эгирин, авгит, сфен и др.	Светлые минералы: кварц, полевые шпаты. Цветные минералы: амфиболиты и пироксены
Влажность в период наблюдений, %	0.7—16.7	0.1—8.8
pH <sub>водн.</sub>	7.3—8.1	6.1—6.3
Органический углерод, %	0.18—0.34	Не обнаружен
Валовой химический состав, % на прокаленную навеску:		
SiO <sub>2</sub>	41.5	78.9
CaO	4.3	1.0
MgO	0.8	0.8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.2	0.1
K <sub>2</sub> O	6.5	2.0

продуктом переработки полезных ископаемых и имеют, как правило, более однородный в минералогическом отношении состав. Так, основой отходов производства апатитового концентрата является нефелин с примесью других минералов. Естественно предположить, что условия для развития биоты в столь отличающихся по физическим свойствам и химическому составу песках будут различными.

Отбор образцов нефелиновых песков для микологического анализа проводили ежемесячно с мая по октябрь в 2005—2007 гг. из слоя 0—5 см. Брали свеженамытый песок на действующем хвостохранилище и образцы новообразованных почв на рекультивированном хвостохранилище под различными растительными группировками, с преобладанием лишайников (роды *Alectoria*, *Cladonia*, *Cetraria*, *Nephroma*, *Peltigera*, *Stereocaulon*), разнотравья с доминированием клевера (роды *Alopecurus*, *Bromus*, *Festuca*, *Leymus*, *Phleum*, *Poa*, *Hedysarum*, *Oxytropis*, *Trifolium*), кустарничков (*Empetrum hermaphroditum* Hager., *Vaccinium vitis-idaea* L.). Для микологического анализа кузоменских песков брали образцы чистых песков у р. Варзуга из слоя 0—5 см и под посадками сосен со слабым наземным лишайниковым покровом (род *Cladonia*) из сформировавшегося под ними слабого горизонта A<sub>0</sub> (0—0.5 см) и далее по-слойно: 0.5—10, 10—20 и 20—30 см. Всего выполнен микологический анализ 180 образцов.

Анализировали свежие образцы на следующий день после их отбора. Численность микромицетов определяли методом посева на сусло-агар с добавлением молочной кислоты из расчета 4 мл на 1 л среды для ингибирования роста бактерий. Из всех выросших колоний грибов были выделены чистые культуры и проведена их идентификация до вида по определителям (Raper, Thom, 1949; Raper, Fennell, 1965; Rifai, 1969; Domsh, Gams, 1980; Егорова, 1986; Ellis, 1989). Видовые названия грибов уточняли по пополняемым спискам в базе данных «Species fungorum» ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)).

Длину мицелия грибов с дальнейшим расчетом биомассы определяли методом флуоресцентного микроскопирования с использованием темноокрашенных поликарбонатных мембранных фильтров Суслорге, диаметр пор которых 0.8 мкм, и красителя флуоресцин-5-изотиоцианата (FITC; Евдокимова и др., 2002). Для определения длины грибного мицелия 1 г почвы растирали в ступке пестиком с постепенным добавлением 9 мл воды. Точность измерений возрастала при разумном увеличении сте-

пени фрагментации гиф (Hanssen et al., 1974; Мирчинк, 1988). Для определения численности и биомассы грибов использовали метод и материалы (мембранные фильтры, стандартную сетку для микроскопирования, коэффициент для расчета биомассы, флуоресцентные красители), применяемые в микробиологических лабораториях стран Скандинавии (Olsen, Hovland, 1985), как наиболее адаптированные для учета мицелия грибов в почвах высоких широт. Длину мицелия учитывали в 30 полях зрения с использованием иммерсионного объектива 63×. Подсчитывали количество точек пересечения мицелия со стандартной сеткой. Длину мицелия рассчитывали по формуле

$$L = N \times 0.0842 / V \times A,$$

где  $L$  — длина мицелия в метрах;  $N$  — количество точек соприкосновения с сеткой;  $V$  — объем суспензии, нанесенной на фильтр, мл;  $A$  — разведение суспензии; 0.0842 — расчетный коэффициент для данного микроскопа. Грибную биомассу рассчитывали, принимая вес одного метра мицелия равным  $1.1 \cdot 10^{-6}$  г.

Для оценки степени сходства комплексов грибов двух типов изучаемых песков использовали коэффициент Сёренсена (Bissett, Parkinson, 1979).

### Результаты и обсуждение

В свеженамытых песках апатитонефелинового производства и природных нерекультивированных кузоменских песках численность микромицетов была очень мала и не превышала десятков колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 г (табл. 2). Численность микроскопических грибов на рекультивированных территориях под растительным покровом возрастала. В новообразованных почвах на рекультивированных более 40 лет назад нефелиновых песках количество микроскопических грибов достигало со-

Таблица 2

**Численность, длина мицелия и биомасса микроскопических грибов в нефелиновых и кузоменских песках**

Объект	Парцелла	Численность, тыс. КОЕ/г	Длина грибного мицелия, м/г	Биомасса, мг/г
Законсервированное хвостохранилище ОАО «Апатит»	Моховая	49.5 ± 11.2	—	—
	Лишайниковая	218.9 ± 30.3	—	—
	Разнотравная	117.2 ± 30.4	—	—
	Кустарничковая	152.0 ± 81.1	279.7 ± 66.9	0.308 ± 0.074
Чистый песок (глубина, см)				
Действующее хвостохранилище ОАО «Апатит»	0—5	0.02 ± 0.01	5.0 ± 0.5	0.006 ± 0
Чистый песок у р. Варзуга (глубина, см)				
Кузоменские пески	0—10	0.05 ± 0.02	10.0 ± 1.0	0.011 ± 0.001
Посадки сосен (глубина, см)				
	A <sub>0</sub>	4.18 ± 1.35	494.0 ± 62.0	0.543 ± 0.068
	0.5—10	1.69 ± 0.28	122.0 ± 8.0	0.134 ± 0.009
	10—20	0.16 ± 0.04	78.0 ± 7.0	0.086 ± 0.008
	20—30	0.06 ± 0.02	38.0 ± 7.0	0.041 ± 0.008

Примечание. Прочерк — определение не проводили.

**Видовой состав и частота встречаемости грибов, выделенных из нефелиновых  
и кузоменных песков за период 2005—2007 гг.**

Виды	Кузоменные пески	Законсервиро- ванное хвостохранилище ОАО «Апатит»	Действующее хвостохранилище ОАО «Апатит»
Отдел <i>Zygomycota</i> Класс <i>Zygomycetes</i> Порядок <i>Mucorales</i>			
<i>Mortierella longicollis</i> Dixon-Stew.	25/50	21/67	—
<i>Mucor</i> sp.	13/50	4/17	—
<i>M. hiemalis</i> Wehmer	—	—	17/17
<i>M. plumbeus</i> Bonord.	—	—	17/17
<i>Umbelopsis isabellina</i> (Oudem.) W. Gams	—	14/33	—
Митоспоровые грибы Класс <i>Hyphomycetes</i> Порядок <i>Hyphomycetales</i>			
<i>Acremonium rutilum</i> W. Gams	—	—	+
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen.	13/50	—	—
<i>Aureobasidium pullulans</i> var. <i>pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	—	+	+
<i>Gliocladium roseum</i> var. <i>roseum</i> Bainier	—	+	17/17
<i>Penicillium aculeatum</i> Raper et Fennell	25/50	7/33	—
<i>P. adametzii</i> K. M. Zalessky	13/50	—	—
<i>P. camemberti</i> Thom	—	7/17	—
<i>P. caseicolum</i> Bainier	—	4/17	—
<i>P. corylophilum</i> Dierckx	—	4/17	—
<i>P. citrinum</i> Thom	—	4/17	—
<i>P. daleae</i> K. M. Zalessky	—	39/67	—
<i>P. glabrum</i> (Wehmer) Westling	—	—	7/17
<i>P. godlewskii</i> K. M. Zalessky	13/50	4/17	—
<i>P. janthinellum</i> Biourge	38/50	—	—
<i>P. jensenii</i> K. M. Zalessky	25/50	—	—
<i>P. miczynskii</i> K. M. Zalessky	25/50	7/17	—
<i>P. raistrickii</i> G. Sm.	13/50	4/17	—
<i>P. restrictum</i> J. C. Gilman et E. V. Abbott	—	11/17	—
<i>P. rubrum</i> Grassberger	—	4/17	—
<i>P. spinulosum</i> Thom	13/50	—	—
<i>P. solitum</i> var. <i>crustosum</i> (Thom) Bridge, D. Hawksw., Kozak., Onions, R. R. M. Paterson et Sackin	—	4/17	—
<i>P. thomii</i> Maire	—	4/17	50/50
<i>P. variabile</i> Sopp	—	—	17/17
<i>P. velutinum</i> J. F. H. Beyma	—	4/17	—
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bonord.) Bainier	—	4/17	—
<i>T. koningii</i> Oudem.	—	11/33	—
<i>T. polysporum</i> (Link) Rifai	—	4/17	—
<i>T. viride</i> Pers.	75/100	96/100	17/17
Порядок <i>Agonomycetales</i>			
<i>Mycelia sterilia</i> white	+	+	+

Таблица 3 (продолжение)

Виды	Кузоменские пески	Законсервиро- ванное хвостохранилище ОАО «Апатит»	Действующее хвостохранилище ОАО «Апатит»
Порядок <i>Tuberculariales</i>			
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	—	—	+
<i>F. merismoides</i> Corda	—	+	—
Класс <i>Coelomycetes</i>			
Порядок <i>Sphaeropsidales</i>			
<i>Phoma eupyrena</i> Sacc.	—	21/67	—
Отдел <i>Ascomycota</i>			
Класс <i>Sordariomycetes</i>			
Порядок <i>Microascales</i>			
<i>Kernia nitida</i> (Sacc.) Nieuwl.	—	4/17	—

Примечание. Через косую линию указаны пространственная и временная частота встречаемости видов соответственно. Прочерк — вид не определяли, знак плюс — виды выявлены одноразово.

тен тысяч КОЕ/г. В кузоменских песках под 20-летними посадками сосен с лишайниковым наземным покровом численность грибов составляла несколько тысяч КОЕ/г. Вниз по профилю их количество постепенно снижалось, но при этом оставалось на порядок выше, чем в песках без растительности.

В «чистом» песке сезонная динамика численности грибов не проявлялась, что в первую очередь связано с отсутствием растительности и выпадением в годы наблюдений достаточного количества осадков, в том числе и в летнее время. В рекультивированных песках под растительностью численность грибов возрастала в осенний период, что обусловлено поступлением в почву дополнительного органического вещества в виде отмерших частей растений.

Более полное представление о численности грибов в почвах дают прямые методы их учета, в частности метод флуоресцентной микроскопии. Длина грибного мицелия в нефелиновых песках, подвергшихся рекультивации 40 лет назад, достигала 280 м, а его биомасса составляла 0.31 мг в 1 г субстрата, тогда как в свеженамытых песках эти показатели были значительно ниже и составляли 5 м и 0.006 мг/г соответственно.

В органогенном горизонте кузоменских песков под сосновыми насаждениями отмечен существенный рост грибной биомассы по сравнению с их некультивированным аналогом. Длина грибного мицелия и биомасса увеличились почти в 50 раз и составили 494 м и 0.50 мг/г соответственно, тогда как в песках без растительности — 10 м и 0.011 мг/г.

Длина грибного мицелия и его биомасса в рекультивированных природных песках была значительной, а численность грибов, выделяемых на питательных средах, очень низкой. Это свидетельствует о том, что суммарная грибная биомасса не является только биомассой микромицетов, а дополняется, вероятно, биомассой базидиальных грибов.

Следует отметить, что в песках без растительности наличие бактерий и грибов в общей микробной биомассе равноценно, а в песках, подвергнутых фитомелиорации, грибная биомасса превышает бактериальную на 1—2 порядка (Калмыкова, 2008).

Известно, что видовой состав биоты почв высоких широт не отличается разнообразием (Чернов, 1980; Евдокимова, Мозгова, 2001; Марфенина, 2005; Беспалова и др., 2006).

К настоящему времени нами выявлено в песках природного происхождения 13 видов микромицетов, относящихся к 6 родам, 3 порядкам, 2 классам и 2 отделам; в песках хвостохранилища, рекультивированного более 40 лет назад, — 27 видов, относящихся к 11 родам, 6 порядкам, 4 классам и 3 отделам; в свеженамытых песках — всего 11 видов, относящихся к 8 родам, 4 порядкам, 2 классам и 2 отделам (табл. 3).

Наиболее широко в комплексе микромицетов рекультивированного нефелинового хвостохранилища были представлены грибы рода *Penicillium*. Они составляли более 50 % всего видового разнообразия выделенных грибов. В свеженамытых песках данный род был представлен 4 видами, в рекультивированных — 15 видами. В песках природного происхождения также доминировали по разнообразию грибы рода *Penicillium*, представленного 8 видами.

Выявлены сходство и различие видовой структуры комплексов микромицетов песков природного (кузоменские пески) и антропогенного (нефелиновые пески) происхождения. Вид *Trichoderma viride* доминировал в рекультивированных песках как природного (пространственная и временная частота встречаемости вида 75 и 100 %), так и антропогенного происхождения (96 и 100 % соответственно), но являлся случайным в незакрепленных песках обоих типов (пространственная и временная частота встречаемости <30 %). В нефелиновых песках, подверженных рекультивации 40 лет назад, в группу часто встречающихся видов входили *Mortierella longicollis*, *Phoma eupyrena*, *Penicillium daleae*, а в кузоменских песках — *Penicillium janthinellum*. В свеженамытых песках доминирующие виды отсутствовали, о чем также свидетельствуют снижение величины индекса доминирования Симпсона и соответственно увеличение значения индекса выравненности Пиелу. В рекультивированных песках индекс Симпсона был равен 0.26, Пиелу — 0.53; в свеженамытых песках 0.15 и 0.96 соответственно. Гриб *Penicillium thomii* относился к часто встречающимся видам в свеженамытых песках, остальные виды, приведенные в табл. 3, отнесены по значениям пространственной и временной частоты встречаемости видов к редким и случайным (17 %).

Грибы *Acremonium rutilum*, *Fusarium solani*, *Mucor hiemalis*, *M. plumbeus*, *Penicillium variabile* были выделены только в свеженамытых нефелиновых песках. Эти виды были выявлены также в апатитонефелиновых подземных горных выработках (Евдокимова, Науменко, 2000) и в продуктах технологической переработки на апатитонефелиновых обогатительных фабриках (Гершенкоп и др., 2005), откуда они могли поступить в хвостохранилища.

Степень сходства видового состава комплексов микроскопических грибов свеженамытых и рекультивированных нефелиновых песков, выраженная коэффициентом Сёрнсена, составила всего 25 %. Такая низкая степень сходства объясняется чрезвычайно малой величиной численности и бедным видовым разнообразием грибов в отходах обогащения, выходящих с фабрики. Для рекультивированных нефелиновых и кузоменских песков значение коэффициента Сёрнсена было выше — 40 %.

Сходство видового состава комплексов микромицетов рекультивированных нефелиновых песков и типичных подзолистых почв Кольского полуострова возрастало — коэффициент Сёрнсена достигал 45 %.

На основании этих данных можно сделать вывод, что в исследуемых субстратах при формировании пионерных комплексов микромицетов наиболее существен процесс воссоздания растительных ассоциаций, определяющих их численность и разнообразие, и не столь значимы различия в минералогическом и химическом составе песков, являющихся материнской породой.

В настоящее время созданы предпосылки для формирования комплексов микромицетов, типичных для региональных подзолистых почв. Разрастающийся растительный покров, возрастание численности и активизация средорегулирующей деятельности грибов приводят к интенсификации процессов минерализации и трансформации растительных остатков, создают предпосылки для образования гумуса и молодых почв на закрепленном хвостохранилище.

Таким образом, численность микроскопических грибов в не подверженных рекультивации песках природного (кузоменские пески) и техногенного (нефелиновые пески) происхождения — низкая и не превышает десятков колониеобразующих единиц в 1 г субстрата, а длина мицелия — 10 м. В рекультивированных песках как природного, так и техногенного генезиса численность грибных колониеобразующих единиц возрастает в тысячи раз, а длина мицелия — до 50 раз, достигая 280 м/г в нефели-

новых песках и 490 м/г в природных песках морского генезиса. Отмечены низкое видовое разнообразие микромицетов в свеженамытых песках апатитонефелинового производства и отсутствие видов — доминантов в структуре их комплексов. Рекультивация нефелиновых песков, выполненная 40 лет назад, создала предпосылки для формирования комплексов микромицетов, типичных для региональных подзолистых почв. В исследуемых субстратах в формировании пионерных комплексов микромицетов наиболее существен процесс воссоздания растительного покрова, определяющего их численность и разнообразие, и не столь значимы были различия в минералогическом и химическом составе песков, являющихся материнской породой.

Исследования проведены при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований президиума РАН «Биоразнообразии и динамика генофондов».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Беспалова А. Ю., Марфенина О. Е., Мотузова Г. В. Сообщества микроскопических грибов в фоновых и загрязненных альфегумусовых подзолах и их воздействие на подвижность меди // Почвоведение. 2006. № 2. С. 228—236.

Гершенкоп А. Ш., Евдокимова Г. А., Воронина Н. В., Креймер Л. Л. Биоэкология: влияние бактериального компонента оборотных вод на флотацию несulfидных руд (на примере работы обогатительных фабрик ОАО «Апатит») // Инженерная экология. 2005. № 3. С. 51—61.

Евдокимова Г. А., Зенкова И. В., Переверзев В. Н. Биодинамика процессов трансформации органического вещества в почвах Северной Фенноскандии. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. 154 с.

Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Микроорганизмы тундровых и лесных подзолов Кольского Севера. Апатиты: КНЦ РАН, 2001. 184 с.

Евдокимова Г. А., Науменко А. Ф. Микроорганизмы подземных горных выработок Северной Фенноскандии // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. 2002. № 3. С. 237—242.

Егорова Л. Н. Почвенные грибы Дальнего Востока. Л.: Наука, 1986. 192 с.

Кадастр отходов горно-металлургического производства Мурманской области (по состоянию на 01.01.98 г.) / Сост. А. А. Козырев и др. Мурманск; Апатиты, 1998. 96 с.

Казиков Л. А. Кузоменские пески. Мурманск: Изд-во Госкомитета по охране окружающей среды Мурманской обл., 2000. 112 с.

Калмыкова В. В. Биологическая активность кузоменских песков Мурманской области // Глубокая переработка минеральных ресурсов. Апатиты: КНЦ РАН, 2008. С. 172—175.

Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 196 с.

Медведев П. М. Кузоменские подвижные пески и мероприятия по их закреплению // Изв. ВГО. 1964. № 1. С. 30—38.

Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М.: МГУ, 1988. 220 с.

Переверзев В. Н., Ивлиев А. И., Горбунов А. В., Ляпунов С. М. Первичное почвообразование на отвалах обогащения апатитонефелиновых руд Кольского полуострова // Почвоведение. 2007. № 8. С. 1006—1013.

Похилько А. А., Евдокимова Г. А., Калмыкова В. В. Формирование биогеоценозов на закрепленных промышленных отвалах в условиях северной тайги // Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2005. С. 282—283.

Чернов Ю. И. Жизнь тундры. М.: Мысль, 1980. 235 с.

Bissett J., Parkinson D. Fungal community structure in some alpine soils // Can. J. Bot. 1979. Vol. 57. P. 1630—1641.

Domsh K. H., Gams W., Anderson T. H. Compendium of soil fungi. London et al.: Acad. Press, 1980. Vol. 1. 859 p.

Ellis M. B. More Dematiaceus hyphomycetes. CAB Inter. Mycological Institute. Kew, Surrey, England, 1989. 507 p.

Hanssen J. F., Thingstad T. F., Coksoyr J. Evaluation of hyphal lengths and fungal biomass in soil by a membrane filter technique. Copenhagen, 1974. Vol. 25. N 1. P. 102—107.

Olsen R. A., Hovland J. Fungal flora and activity in Norway spruce needle litter // Report. Department of Microbiology. Agricultural University of Norway, 1985. 41 p.

Raper B., Fennell D. I. The genus *Aspergillus*. Baltimore: Williams and Wilkins Co., 1965. 686 p.

Raper B., Thom C. A. Manual of the Penicillia. New York; London: Hafner Publishing Co., 1949. 875 p.

Rifai A. Revision of the genus *Trichoderma* // Mycological Papers. 1969. N 116. P. 1—56.

Институт проблем промышленной  
экологии Севера КНЦ РАН

Поступила 9 VI 2008

Апатиты

Ботанический институт  
им. В. Л. Комарова РАН  
Санкт-Петербург  
galina@inep.ksc.ru

## РЕЗЮМЕ

Исследованы численность, биомасса, разнообразие и структура комплексов микроскопических грибов в исходных и рекультивированных песках природного (кузоменские пески) и техногенного (нефелиновые пески) генезиса. В рекультивированных нефелинсодержащих песках возрастает длина грибного мицелия с 5 до 280 м/г, а в природных песках — с 10 до 490 м/г. Отмечены низкое видовое разнообразие микромицетов в исходных песках апатитонепфелинового производства и отсутствие видов — доминантов в структуре их комплексов. Рекультивация нефелиновых песков, выполненная 40 лет назад, создала предпосылки для формирования комплексов микромицетов, типичных для региональных подзолистых почв на моренных отложениях. В формировании пионерных комплексов грибов в исследуемых песках наиболее существен процесс воссоздания растительного покрова, определяющего их численность и разнообразие, и не столь значимы различия минералогического и химического состава материнских пород.

Ключевые слова: почвенные грибы, нефелинсодержащие пески, природные морские пески, новообразованные почвы.

## SUMMARY

Number, biomass, biodiversity and structure of fungi complexes were investigated in the initial and recultivated sands of natural (kuzomensky sands) and industrial (nepheline sands) genesis. Mycelium length increases from 5 to 280 m/g in the recultivated nepheline sands, and from 10 to 490 m/g — in the natural sands. Low biodiversity of fungi in the initial sands of the apatite-nepheline industry and absence of species-dominants in their complex were pointed out. Nepheline sands recultivation (carried out 40 years ago) gave preconditions for the formation of fungi complexes, typical for regional podzol soils on the moraine sediments. A process of vegetation cover reconstruction is more essential in the pioneer complex of fungi formation. The vegetation cover determines their number, biodiversity and differences between mineralogical and chemical composition of the parent material are not so important.

Key words: soil fungi, nepheline-containing sands, natural sea-sands, neogenic soils.



**ФИЗИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ**

УДК 582.284.5 : 57.083.13

© Г. В. Ильина, Д. Ю. Ильин, Ю. С. Лыков

**РОЛЬ СПЕЦИФИКИ ЛИГНИНСОДЕРЖАЩИХ СУБСТРАТОВ  
ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ IN VITRO**ILYINA G. V., ILYIN D. Yu., LYKOV Yu. S. THE SPECIFIC ROLE OF LIGNIN CONTAINING  
SUBSTRATES UNDER CULTIVATION OF XYLOTROPHIC FUNGI IN VITRO

Современным направлением прикладных микологических исследований является поиск оптимальных условий для культивирования, а также всестороннее изучение физиологии и биохимии ксилотрофных грибов, перспективных в качестве продуцентов биологически активных веществ. В пределах названной экологической группы особое место занимают грибы белой гнили, обладающие спектром лигнинразрушающих ферментов. Известно, что разнообразное сочетание ферментных комплексов грибов связано в первую очередь с экологическими особенностями последних, их трофической специализацией и является следствием длительной эволюции (Решетникова, 1997). В процессе микробиологического разложения субстратов, содержащих лигнин, образуются разнообразные соединения фенольной и нефенольной природы. В связи с этим в настоящее время проводится активное изучение микробиологической деградации лигнина (Kelley, 1992; Бабицкая, 1994; Варнайте, Раудонене, 2008). Актуальность этого направления продиктована возможностью использования продуктов его неполного распада как непосредственно, так и в качестве сырья в органическом синтезе, в производстве белково-витаминного концентрата (Головлева и др., 1982). Большинство исследований, проводившихся в этой сфере, в основе своей посвящено выяснению особенностей ферментативной деструкции нативного лигнина, факторов, влияющих на этот процесс, а также возможностей получения ценных продуктов. Сведения, касающиеся значения разных форм лигнина в качестве трофического фактора для чистых культур, в настоящее время довольно ограничены. Однако подобная информация способна пролить свет на некоторые малоизученные, частные стороны развития чистых культур лигнинразрушающих грибов, что, безусловно, раскроет новые возможности использования последних в биотехнологии. В этом плане интерес представляют относительно ранние работы, посвященные общим вопросам строения, биосинтеза и биодеструкции молекулы лигнина. Некоторые данные, полученные в результате таких исследований, заслуживают внимания в плане оценки влияния разных форм лигнина и его структурных единиц с разной степенью конденсации на рост и процессы метаболизма мицелиальных культур.

Согласно современным взглядам, формирование молекулы лигнина идет путем спонтанного взаимодействия синтезируемых растением радикалов, которые являются структурными блоками нестереорегулярной молекулы. Природный лигнин не характеризуется регулярностью структуры и качественного состава молекулы, но широко известным фактом является то, что его мономерными звеньями служат фенилпропановые единицы, представляющие собой производные гваяцилпропана, синрингилпропана и гидроксифенилпропана. Эти структуры различаются между собой в первую

очередь количеством фенильных метоксильных групп. В частности, гваяцилпропановые единицы характеризуются содержанием одной, синрилпропановые — двух метоксильных групп. Гидроксифенилпропановые единицы не содержат таковых. Известно, что деструкция древесины, осуществляемая грибами белой гнили, предполагает разрушение лигнина и на первых этапах связана с вовлечением в цикл биохимических превращений именно этих функциональных группировок (Фенгел, Вегенер, 1988). Исследования, ведущиеся с 70-х годов XX в. с использованием меченого углерода в составе модельных соединений лигнина, показывают, что конечный продукт метаболизма  $CO_2$  в основном образуется из углерода метоксильных групп и в небольшой степени из углерода пропановых цепей и ароматических колец. При этом расщепление полимерного комплекса лигнина начинается с периферии макромолекулы (Kirk et al., 1977). Таким образом, темпы процесса ферментативного расщепления молекулы лигнина зависят от степени ее конденсации. По этой причине представляется целесообразным поиск способов предварительной подготовки лигнинсодержащего субстрата, способной повысить доступность тех компонентов лигнина, которые являются трофически значимыми для мицелиальных культур ксилотрофных грибов. Такими компонентами, как следует из приведенных литературных источников, являются, в частности, метоксильные группы.

В этом контексте совершенствование рецептур субстратов для выращивания и хранения чистых культур грибов-ксилотрофов, в частности грибов белой гнили, необходимо для максимально полного выявления потенциала последних (Ильина, Лыков, 2008). Это предусматривает изучение всех сторон использования в качестве компонентов питательных сред различных типов и форм лигнина.

Цель настоящей работы — изучение особенностей развития мицелиальных культур базидиальных макромицетов-ксилотрофов на питательных средах, содержащих источники лигнина с разной степенью конденсации молекулы. Интерес представляет исследование показателей интенсивности метаболизма мицелиальных культур, а также значения дополнительных, прежде всего трофических, факторов, способных модифицировать этот процесс. В этой связи задачами являлось: создание субстратов, содержащих разные формы лигнина, причем одна из них должна была быть получена в ходе предварительной обработки с целью увеличения количества метоксильных групп, а также расщепления молекулы на олигомерные фрагменты; поиск косвенных факторов, способствующих вовлечению этих продуктов в метаболические реакции в мицелии; выявление видовых и штаммовых особенностей культур, связанных с развитием на лигнинсодержащих субстратах в различных вариантах опытов.

## Материал и методы

Материалом для исследований стали штаммы ксилотрофных базидиомицетов из коллекции культур кафедры биологии и экологии ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА» следующих видов: *Stereum hirsutum* (Willd. ex Fr.) S. F.Gray, *Fomitopsis pinicola* (Fr.) Karst., *Fomes fomentarius* (L. : Fr.) Gill., *Ganoderma applanatum* (Wallr.) Pat., *Schizophyllum commune* (Fr.) Fr., *Laetiporus sulphureus* (Bull. : Fr.) Bond. et Sing., выделенные из плодовых тел с территории Пензенской и Саратовской областей, а также три штамма *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst., любезно предоставленные кафедрой микологии и альгологии МГУ им. М. В. Ломоносова.

Плотной питательной средой служил картофельно-глюкозный агар (КГА). В качестве жидкой питательной среды для глубинного культивирования использовали среду Чапека. Контрольные варианты опыта не предусматривали внесения в плотные питательные среды лигнинсодержащих материалов. В качестве источника лигнина использовали дубовые опилки. Первый вариант опыта предполагал внесение в питательную среду опилок механического размола (источник нативного лигнина) в количестве 2 % от массы среды. Второй вариант опыта был связан с использованием опилок, подвергшихся метанолизу. Метанолиз — предварительная подготовка лиг-

нинсодержащего материала в модификации авторов (Закис, 1987). Для его осуществления высушенные в условиях вакуумного шкафа опилки экстрагировали в смеси этанола и бензола. Затем опилки заливали 0.5%-м раствором хлороводорода в метаноле в присутствии небольшого количества диметоксипропана. В таком виде материал выдерживали в течение 5 суток. Следующим этапом было высушивание опилок для удаления следов метанола. Подготовленные опилки вносили в питательные среды в количестве, аналогичном первому варианту опыта. При этом исходный материал для получения обеих форм источников лигнина имел идентичное происхождение, а перед внесением в субстраты был дифференцирован на одинаковые фракции, что исключает возможные артефакты. В ходе эксперимента было проведено сравнение темпов и особенностей роста мицелиальных культур на плотных питательных средах. При этом учитывали скорость роста культур, длительность разных фаз развития, качественные показатели активности дегидрогеназ (на основе индикаторных свойств восстановленного нитросинего тетразолия). Нитросиний тетразолий обладает свойством акцептировать отщепленные дегидрогеназами электроны и, восстанавливаясь, превращаться в ярко окрашенный формазан (Барыкина и др., 2000). Краситель вносили в среду в концентрации 0.001 г/л. Интенсивность окраски оценивали с использованием пятибалльной шкалы, где 1 балл соответствует слабой, едва заметной окраске, 2 балла — слабой, 3 — средней, 4 — сильной, 5 баллов — насыщенной, интенсивной окраске.

Особый интерес представляло выяснение сопутствующей роли парааминобензойной кислоты (ПАБК) в процессе деградации лигнина, для чего был проведен отдельный эксперимент. Фолиевая кислота, предшественником которой служит ПАБК, участвует в переносе одноуглеродных радикалов, что может иметь немаловажное значение в процессе утилизации метоксильных групп лигнина культурой гриба. Для установления эссенциальной роли ПАБК использовали ее токсический аналог — сульфаниламид (СА) (Овчинников, 1987). Вещества вносили в питательную среду в одинаковой концентрации 0.005 г/л.

## Результаты и обсуждение

В ходе экспериментов установлено, что особенности подготовки лигнинсодержащего субстрата имеют существенное значение. Исходя из особенностей роста культур, можно судить о том, что метанолизные опилки являются более доступным субстратом, поскольку выступают как фактор, положительно влияющий на развитие. В первом варианте опыта (внесение опилок механического размола в КГА) существенных отличий от контроля (КГА) выявлено не было. Во втором варианте (метанолизные опилки, КГА) следует отметить достоверный факт стимуляции роста всех штаммов *Fomes fomentarius*, а также штаммов *Ganoderma lucidum* М-1 и М-6 (см. таблицу). Кроме того, в этом случае установлено влияние метанолизных опилок на динамику развития мицелия. Так, продолжительность фазы адаптации к субстрату (lag-фаза) была на одном уровне в опытном и контрольном вариантах. Однако продолжительность трофической фазы и ее интенсивность в опыте существенно отличались от контрольных показателей (рис. 1).

При инокуляции посевного мицелия *Ganoderma lucidum*, выращенного на средах, содержащих метанолизные опилки, в среды для глубинного культивирования было установлено, что фаза адаптации в этом случае проходит значительно быстрее, чем в контрольных вариантах: формирование пеллет начинается уже через 20—22 ч глубинного роста, а в контроле не ранее, чем через 36 ч. Этот факт, безусловно, представляет интерес с практических позиций и требует тщательного изучения.

Дегидрогеназная активность как показатель интенсивности обменных процессов культур в первом и втором вариантах опыта была изучена в эксперименте с использованием нитросинего тетразолия. В качестве объекта исследования были использова-

**Скорость роста штаммов ксилотрофных базидиомицетов на плотных питательных средах с добавлением опилок (24 °С)**

Вид	Штамм	Питательные среды		
		КГА, опилки механического размола	КГА, опилки метанолизные	КГА (контроль)
<i>Fomes fomentarius</i>	Kn-07	12.2 ± 0.3	12.8 ± 0.1	12.0 ± 0.2
	Lp-06	12.6 ± 0.7	12.9 ± 0.2	11.8 ± 0.3
	Ln-16	11.7 ± 0.6	12.2 ± 0.3	11.2 ± 0.3
<i>Laetiporus sulphureus</i>	Ah-05	11.1 ± 0.1	11.2 ± 0.3	11.0 ± 0.2
	Ah-06	11.9 ± 0.9	12.0 ± 0.2	11.2 ± 0.1
	PD-05	11.7 ± 0.7	11.9 ± 0.2	11.6 ± 0.2
<i>Ganoderma applanatum</i>	G-1	12.0 ± 0.8	12.3 ± 0.3	12.2 ± 0.1
	G-2	7.3 ± 0.9	9.7 ± 0.1	9.2 ± 0.4
	PO-05	10.2 ± 0.2	11.2 ± 0.2	10.4 ± 0.3
<i>Ganoderma lucidum</i>	M-1	4.7 ± 0.8	6.0 ± 0.3	7.3 ± 0.7
	M-3	12.0 ± 0.2	12.3 ± 0.1	10.3 ± 0.5
	M-6	7.1 ± 0.4	8.9 ± 0.1	4.1 ± 0.3
<i>Schizophyllum commune</i>	N-07	5.7 ± 0.3	5.9 ± 0.4	6.8 ± 0.4
	Ln-10	8.9 ± 0.7	9.9 ± 0.4	6.6 ± 0.2
	Ln-23	7.0 ± 0.3	7.3 ± 0.9	7.1 ± 0.2
<i>Stereum hirsutum</i>	St-1	1.3 ± 0.1	5.2 ± 0.3	4.8 ± 0.5
	St-2	8.2 ± 0.1	8.2 ± 0.4	6.2 ± 0.1
	St-3	8.2 ± 0.2	9.0 ± 0.4	8.9 ± 0.2
<i>Fomitopsis pinicola</i>	N-F1	3.2 ± 0.1	3.1 ± 0.3	3.2 ± 0.3
	N-F2	3.6 ± 0.3	3.8 ± 0.7	4.5 ± 0.4
	N-F1	5.7 ± 0.9	5.2 ± 0.3	5.3 ± 0.3

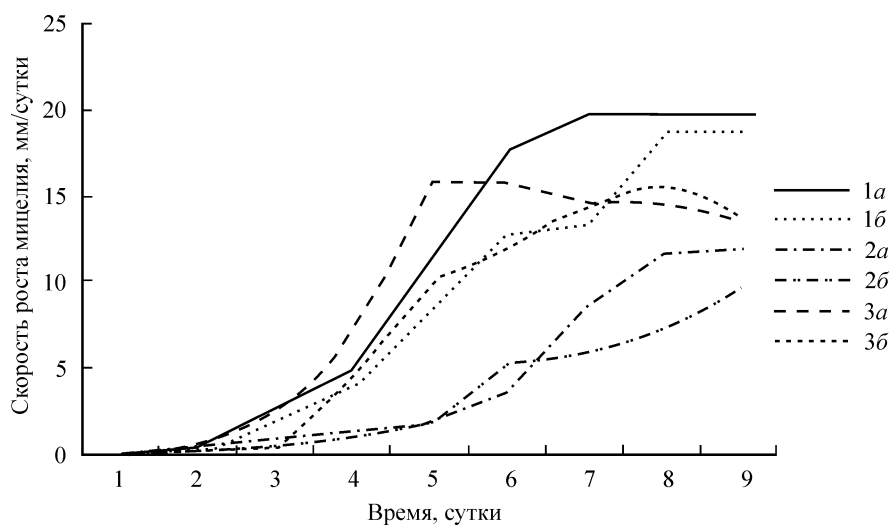


Рис. 1. Динамика роста мицелия грибов на плотной питательной среде, содержащей метанолизные опилки (24 °С).

*a* — КГА (метанолизные опилки), *б* — КГА (контроль); 1 — *Fomes fomentarius*, штамм Ln-16, 2 — *Laetiporus sulphureus*, штамм PD-05, 3 — *Stereum hirsutum*, штамм St-3.

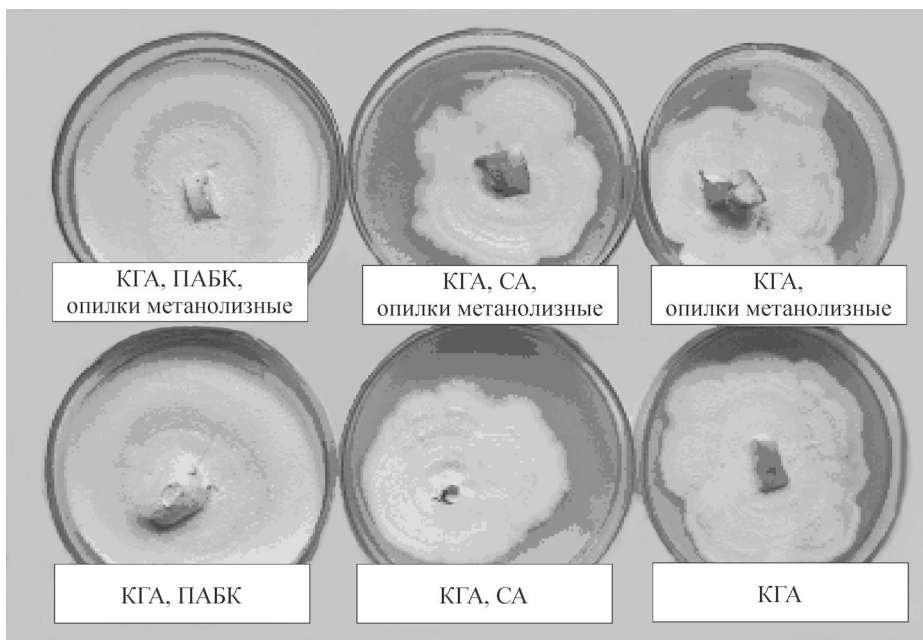


Рис. 2. Рост мицелия *Ganoderma applanatum* (штамм РО-05) на 7-е сутки культивирования на различных средах.

КГА — картофельно-глюкозный агар, ПАБК — парааминбензойная кислота, СА — сульфаниламид.

ны наиболее быстрорастущие штаммы *Fomes fomentarius* с позитивной реакцией на внесение в среду лигнинсодержащих компонентов. Визуально, по степени окраски, установлено, что дыхательная активность мицелия, о которой свидетельствует работа дегидрогеназ, существенно выше в случае добавления в среду метанолизных опилок (второй вариант опыта). При этом отмечено наиболее интенсивное и равномерное окрашивание, оцененное в 4 балла по шкале, описанной выше. В варианте с опилками механического размола интенсивность окрашивания оценена в 3 балла, оно развивалось медленнее и менее равномерно. В контрольном варианте окрашивание было еще менее интенсивным (2 балла), его проявление запаздывало по сравнению с опытными вариантами. Это указывает на то, что кроме сахаров, входящих в состав питательной среды КГА, источником углерода в опытных вариантах служит и материал опилок. Факт наиболее активной работы дегидрогеназ в варианте с метанолизными опилками обусловлен именно состоянием лигнина в материале, подготовленном таким образом. Метанолиз практически не сказывался на состоянии целлюлозы, которая в этом случае оставалась доступной культуре в равной мере в обоих опытных вариантах. При этом целлюлоза оставалась источником углерода, способным включаться в процессы диссимиляции.

При изучении влияния ПАБК на трофический потенциал мицелиальных культур было заложено четыре опытных и два контрольных варианта. О роли ПАБК судили на основании результатов исследований скорости и характера роста мицелия штаммов *Ganoderma applanatum* на средах с ПАБК (первый вариант), с ПАБК и метанолизными опилками (второй вариант), в сравнении с добавлением СА (третий вариант), СА и метанолизными опилками (четвертый вариант) и контрольными вариантами (КГА, КГА и метанолизные опилки). На первых этапах развития мицелия скорость роста культур была практически одинаковой в опытных и контрольных вариантах, однако на 6-е сутки рост в вариантах с добавлением СА прекратился на фоне заметного увеличения скорости роста в варианте с ПАБК и метанолизными опилками и с замедлением в контрольных вариантах (рис. 2). Среда, содержащая метанолизные опилки и

ПАБК, была полностью освоена уже на 7-е сутки, содержащая только ПАБК — на 8-е. Рост на среде, содержащей СА, прекратился, а в контрольных вариантах освоение субстрата было завершено на 8-е и 9-е сутки роста соответственно. Это подтверждает предположение о роли и месте ПАБК в метаболических процессах микроорганизмов, и в частности грибов, как эссенциального ростового фактора.

Таким образом, результаты серии экспериментов, проведенных с целью определения роли лигнинсодержащих компонентов питательных сред, свидетельствуют о целесообразности поиска путей и способов подготовки материала, предназначенного для оптимизации роста культур. Гидролиз лигнина, проводимый с использованием большинства принятых методик применительно к его использованию в качестве компонента питательных субстратов, не обеспечивает устойчивой деструкции, которая обеспечивала бы доступность метоксильных группировок. Процедура высокотемпературной стерилизации субстрата всегда способствует обратной конденсации, что ведет к образованию вторичного лигнина, отличающегося по структуре от нативного. Метанолизный лигнин характеризуется тем, что содержит большое количество лигнанов — олигомерных компонентов лигнина. Эти компоненты модифицированы дополнительными метоксильными группами, которые препятствуют процессу обратной конденсации при высоких температурах. Такой материал служит более доступным субстратом, что представляет определенную ценность при работе *in vitro* с организмами, для которых этот трофический фактор может определять максимальное раскрытие их природного потенциала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабицкая В. Г. Ферментативная деградация лигнина, содержащегося в растительных субстратах, мицелиальными грибами // Прикл. биохимия и микробиология. 1994. Т. 30, вып. 6. С. 827—835.

Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятов А. Г., Джалилова Х. Х., Ильина Г. М., Чубатова Н. В. Основы микротехнических исследований в ботанике. Справочное руководство. М.: МГУ, 2000. 127 с.

Варнайте Р. Н., Раудонене В. З. Ферментативное разложение лигнина в соломе ржи микромицетами в разных комбинациях // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42, вып. 2. С. 167—172.

Головлева Л. А., Ганбаров Х. Г., Скрыбин Г. К. Разложение лигнина грибными культурами // Микробиология. 1982. № 51. С. 543—547.

Закис Г. Ф. Функциональный анализ лигнинов и их производных. Рига: Зинатне, 1987. 230 с.

Ильина Г. В., Лыков Ю. С. Особенности роста штаммов ксилотрофных базидиомицетов на плотных питательных средах различного состава // II съезд микологов России «Современная микология в России»: Тез. докл. М., 2008. С. 509—510.

Овчинников Ю. А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987. 815 с.

Решетникова И. А. Деструкция лигнина ксилотрофными макромицетами. Накопление селена и фракционирование его изотопов микроорганизмами. М.: Новинтех-Пресс, 1997. 197 с.

Фенгел Д., Вегенер Г. Древесина (химия, ультраструктура, реакции). Пер. с англ. М.: Лесная пром-сть, 1988. 512 с.

Kelley J. Upgrading of Waste Cereal Straws // Outlook of Agriculture. 1992. Vol. 21. P. 105—108.

Kirk T. K., Connors W. J., Zeikus J. G. Advances in understanding the microbiological degradation of lignin. Structure, Biosynthesis and Degradation of wood. New York: Plenum Press, 1977. P. 369—394.

## РЕЗЮМЕ

Исследовали специфические особенности роста некоторых разновидностей штаммов ксилотрофных базидиомицетов на питательной среде, содержащей источники лигнина. Изучена роль 4-аминобензойной кислоты как фактора активизации метаболизма, а также влияние субстратов, содержащих источники лигнина, на активность дегидрогеназ.

Ключевые слова: ксилотрофные базидиомицеты, лигнин, 4-аминобензойная кислота.

## SUMMARY

The specific growth features of some variety strains of xylophilic basidiomycetes on the nutrient medium containing lignin sources were investigated. The role 4-aminobenzoic acid as factor of metabolism activation was examined. The influence of substrates containing lignin sources on activity of dehydrogenases was studied.

Key words: xylophilic basidiomycetes, lignin, 4-aminobenzoic acid.

УДК 588.284.51(471.42)

© Е. В. Илюхин

**АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ЛЕСОВ  
УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ. I**

ILYUKHIN E. V. AGARICOID BASIDIOMYCETES OF THE ULYUANOVSK REGION FORESTS. I

Ульяновская обл. находится на востоке Восточно-Европейской равнины и занимает территорию площадью 37.18 тыс. км<sup>2</sup>. Протяженность области с севера на юг 250 км (52°03'—54°53' с. ш.), с запада на восток — 290 км (45°48'—50°15' в. д.). Область расположена в лесостепной зоне. Леса занимают около 10.4 тыс. км<sup>2</sup> (28 %) территории области (Кальянов и др., 1971).

Основными лесобразующими видами являются сосна (*Pinus sylvestris* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth) (реже в сырых лесах береза пушистая (*B. pubescens* Ehrh.)) и осина (*Populus tremula* L.).

Широколиственные леса распространены в области наиболее широко. Преобладают смешанные дубравы с участием в древостое липы, ясени и рябины. Липовые леса, особенно в Заволжье, встречаются большими массивами на легких супесчаных почвах. Сосновые леса представлены остепненными сосняками, сосново-широколиственными и сосново-березовыми лесами с мощной подстилкой. В подлеске обычно встречаются лещина, бересклет бородавчатый, рябина, жимолость лесная. В северо-западной части области, в Кувайской тайге, произрастает ель (*Picea abies* (L.) Karst.). Это единственный в Ульяновской обл. лесной массив, где она встречается. В области ель почти не образует чистых ельников. Мелколиственные леса (березняки и осинники) являются преимущественно вторичными и возникают на месте рубок и пожаров. Вдоль небольших водоемов и на травяных болотах встречаются черноольшаники, по берегам и в поймах рек — осокорники и ивняки (Дедков, 1978).

Планомерных исследований агарикоидных базидиомицетов в Ульяновской обл. до настоящего времени не проводилось. Были опубликованы материалы о видах, подлежащих охране (Чураков, 2004). Изучение агарикоидных базидиомицетов лесов Ульяновской обл. начато нами в 2006 г. Опубликованы первые результаты, включающие сведения о 32 видах агарикоидных базидиомицетов смешанных и широколиственных лесов (Илюхин, 2007).

В настоящей работе представлен аннотированный список, включающий 168 видов агарикоидных базидиомицетов, выявленных в лесах Ульяновской обл., из которых 132 вида впервые отмечаются для области.

Наибольшее количество видов агарикоидных базидиомицетов в исследуемом районе отмечено в сосновых лесах, березняках и дубравах с примесью других видов деревьев. Сосредоточение различных видов деревьев на относительно небольшой территории обеспечивает формирование богатого видового состава агарикоидных базидиомицетов в районе исследования. Большим видовым разнообразием шляпочных грибов характеризуется парк Винновская роща. Это сильно террасированный участок



широколиственного леса, который вплотную примыкает к Куйбышевскому водохранилищу. Здесь складываются благоприятные условия для развития агарикоидных грибов. Повышенная влажность позволяет им плодоносить во время продолжительных периодов засухи. Большая часть видов родов *Pluteus*, *Psathyrella* и представителей семейства *Bolbitiaceae* собрана в парке.

Четыре вида, отмеченных на исследуемой территории, внесены в Красную книгу Ульяновской обл. (Чураков, 2004): *Cortinarius triumphans*, *Macrolepiota excoriata*, *Pholiota populnea*, *Russula claroflava*. Интересными представляются находки *Coprinus truncorum* и *Heliocybe sulcata*, которые до настоящего времени не отмечались на территории европейской части России.

Сбор и обработка материала проводились по методике А. С. Бондарцева и Р. А. Зингера (1950). Собранные образцы определены в Лаборатории систематики и географии грибов БИН РАН. Для идентификации образцов использовались современные отечественные и зарубежные монографии и определители (Moser, 1983; Коваленко, 1989; Nordic Macromycetes, 1992; Phillips, 1994; Нездоймино, 1996; Малышева, 2004).

Сокращения фамилий авторов названий таксонов приведены в соответствии с материалом сайта: [www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org). Таксоны расположены по системе, принятой в 8-м издании словаря грибов Айнсворта и Бисби (Hawksworth et al., 1995).

Аннотированный список составлен по следующей схеме: латинское название вида, местонахождение (административный район, ближайший населенный пункт), местообитание, субстрат, дата сбора, LE — номер образца Микологического гербария БИН РАН.

## AGARICALES

### AGARICACEAE

*Agaricus bitorquis* (Quél.) Sacc. — Ленинский район, в черте г. Ульяновска, березово-вязовая аллея, на почве, 22 06 2007, LE 257552.

*A. comtulus* Fr. — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, сосновый лес, на почве, 22 07 2007, LE 257554.

*A. silvaticus* Schaeff. — Ульяновский район, окр. с. Ломы, сосновый лес, на почве, 31 07 2007, LE 257553; окр. п. Ишеевка, сосновый лес, на почве, 08 09 2007, LE 257558; окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на почве, 05 10 2007, LE 257555.

*A. sylvicola* (Vitt.) Sacc. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, липово-вязовая ассоциация, на почве, 04 08 2007, LE 257551; Майнский район, окр. с. Майна, сосновый лес, на почве, 26 09 2007, LE 257557; Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на почве, 05 10 2007, LE 257556.

*Lepiota castanea* Quél. — Майнский район, окр. с. Майна, сосновый лес, на почве, 26 09 2007, LE 257565.

*L. clypeolaria* (Bull.) P. Kumm. — Кузоватовский район, окр. дер. Кивать, сосновый лес, на почве, 13 09 2007, LE 257559; Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, березовый лес, на почве, 30 09 2007, LE 257561; Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на почве, 05 10 2007, LE 257560.

*L. cristata* (Bolton) P. Kumm. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, заросли клена, на почве, 29 09 2007, LE 257562; кленово-дубовая ассоциация, на почве, 21 10 2007, LE 257564; Кузоватовский район, окр. с. Кузоватово, сосновый лес, на почве, 08 10 2007, LE 257563.

*L. ventriospora* Raid — Майнский район, окр. с. Майна, сосновый лес, на почве, 26 09 2007, LE 257566.

*Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) M. M. Moser — Железнодорожный район, парк Винновская роща, посадка лиственницы, на почве, 04 08 2007, LE 257567.

*M. procera* (Scop.) Singer — Майнский район, окр. с. Тагай, сосновый лес, на почве, 05 08 2007, LE 257570.

*M. rhacodes* (Vittad.) Singer var. *rhacodes* — Майнский район, окр. с. Майна, сосновый лес, на почве, 26 09 2007, LE 257568; Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на муравейнике, 05 10 2007, LE 257569.

#### AMANITACEAE

*Amanita citrina* (Schaeff.) Pers. — Ульяновский район, окр. с. Ломы, луговина в безрезняке, на почве, 28 07 2007, LE 257572; Майнский район, окр. с. Майна, луговина соснового леса, на почве, 26 09 2007, LE 257571; Тереньгульский район, окр. с. Яшашная Ташла, дубрава с участием березы, на почве, 02 10 2007, LE 257573.

*A. crocea* (Quél.) Singer — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, сосновый лес, на почве, 21 07 2007, LE 257576.

*A. muscaria* (L.) Lam. — Тереньгульский район, окр. с. Яшашная Ташла, дубрава с участием березы, на почве, 02 10 2007, LE 257575.

*A. pantherina* (DC.) Krombh. — Ульяновский район, окр. с. Ломы, дубрава, на почве, 31 07 2007, LE 257574.

*A. phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link — Тереньгульский район, окр. дер. Скугареевка, дубрава, на почве, 29 07 2007, LE 257577.

*A. vaginata* (Bull.) Lam. — Тереньгульский район, окр. дер. Скугареевка, сосновый лес, на почве, 29 07 2007, LE 257578.

#### BOLBITIACEAE

*Conocybe velutipes* (Velen.) Hauskn. et Svrček — Ульяновский район, окр. п. Ишеевка, луговина, на почве, 08 09 2007, LE 257581.

*Pholiotina brunnea* (J. E. Lange et Kühner) Singer — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на почве, 07 10 2007, LE 257580.

*Ph. nemoralis* (Harmaja) Bon — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ясеневая ассоциация, на почве, 13 10 2007, LE 257579.

#### COPRINACEAE

*Coprinus atramentarius* (Bull.) Fr. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, дубово-липовая ассоциация, на почве, 18 07 2007, LE 257582; Сурский район, окр. с. Белый Ключ, осиновый с редкими вязами лес, на почве, 22 07 2007, LE 257583.

*C. disseminatus* (Pers.) Gray — Железнодорожный район, в черте г. Ульяновска, липовая аллея, на пне и почве, 19 05 2007, LE 257584; липово-осиновая ассоциация, на пне и почве, 29 09 2007, LE 257585; Ульяновский район, 1.5 км к югу от г. Ульяновска, заросли клена, на почве, 24 05 2007, LE 257586.

*C. micaceus* (Bull.) Fr. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, дубово-липовая ассоциация, на почве, 26 05 2007, LE 257589; липово-ясеневая ассоциация, на древесине, 09 06 2007, LE 257590.

*C. plicatilis* (Curtis) Fr. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, луговина, на почве, 25 08 2007, LE 257587.

*C. truncorum* (Scop.) Fr. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ольховая ассоциация, на валежнике, 20 05 2007, LE 257592.

*C. xanthotrix* Romagn. — Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на почве, 02 09 2007, LE 257593.

*Psathyrella candolleana* (Fr.) Maire — Ульяновский район, окр. с. Ломы, березовый лес, на стволе березы, 17 07 2007, LE 257595; Майнский район, окр. с. Тагай, березово-сосновый лес, на погребенной древесине, 05 08 2007, LE 257594; Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ясеневая ассоциация, на древесине, 13 10 2007, LE 257596.

*P. cernua* (Vahl) M. M. Moser — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, березовый лес, на почве, 29 08 2007, LE 257597; Железнодорожный район, парк Винновская роща, ольхово-кленовая ассоциация, на древесине, 21 10 2007, LE 257598.

*P. gracilis* (Fr.) Quél. — Барышский район, окр. с. Измайлово, березовый лес, на почве, 15 07 2007, LE 257560.

*P. marcescibilis* (Britzelm.) Singer — Железнодорожный район, парк Винновская роща, цветочная клумба, на почве, 07 10 2007, LE 257559.

*P. multipedata* (Peck) A. H. Sm. — Кузоватовский район, окр. с. Кузоватово, березовый с подростом дуба лес, на стволе березы, 08 10 2007, LE 257562.

*P. spadicea* (Schaeff.) Singer — Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, березовый с примесью осины лес, на древесине, 30 09 2007, LE 257563; Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, березовый лес, на древесине, 02 10 2007, LE 257565.

*P. spadiceogrisea* (Schaeff.) Maire — Ульяновский район, окр. с. Ломы, березовый лес, на древесине, 17 07 2007, LE 257564; Кузоватовский район, окр. дер. Кивать, березово-сосновый лес, на почве, 13 09 2007, LE 257566.

#### ENTOLOMATACEAE

*Entoloma araneosum* (Quél.) M. M. Moser — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на почве, 29 09 2007, LE 257569.

*E. clypeatum* (L.) P. Kumm. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ясеневая ассоциация, на почве, 07 10 2007, LE 257568.

*E. juncinum* (Kühner et Romagn.) Noordel. — Майнский район, окр. с. Майна, луговина, на почве, 26 09 2007, LE 257567.

*E. sericatum* (Britzelm.) Sacc. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, заросли клена, на почве, 29 09 2007, LE 257570.

#### HYGROPHORACEAE

*Hygrophorus eburneus* (Bull.) Fr. — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, березовый лес, на почве, 28 09 2007, LE 257572; Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, березовый лес, на почве, 30 09 2007, LE 257571; Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, дубрава с участием осины, на почве, 02 10 2007, LE 257573.

#### PLUTEACEAE

*Pluteus cervinus* P. Kumm. — Барышский район, окр. с. Измайлово, березовый с подростом рябины лес, на стволе березы, 15 07 2007, LE 257575; Ульяновский район, окр. с. Ломы, сосновый лес, на погребенной древесине, 17 07 2007, LE 257576; окр. п. Ишеевка, сосновый лес с редкими осинами, на древесине, 08 09 2007, LE 257577.

*P. chrysophaeus* (Schaeff.) Quél. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ясеневая ассоциация, на мертвой древесине, 08 08 2007, LE 257578.

*P. cinereofuscus* J. E. Lange — Тереньгульский район, окр. с. Подкуровка, березовый лес, на стволе березы, 09 09 2007, LE 257579.

*P. hispidulus* (Fr.) Gillet — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ясеневая ассоциация, на валежнике, 29 09 2007, LE 257581.

*P. inquilinus* Romagn. — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, ольшаник с участием ивы, на погребенной древесине, 21 07 2007, LE 257580; сосновый с участием осины лес, на древесине, 23 07 2007, LE 257582.

*P. leoninus* (Schaeff.) P. Kumm. — Барышский район, окр. с. Измайлово, сосновый с участием березы лес, на валежнике, 15 07 2007, LE 257583; Ульяновский район, окр. с. Ломы, сосновый лес, на погребенной древесине, 28 07 2007, LE 257585; Терень-

гульский район, окр. с. Ясашная Ташла, сосновый с участием осины лес, на валежнике, 02 10 2007, LE 257584.

*P. semibulbosus* (Lasch) Quél. — Тереньгульский район, окр. с. Солдатская Ташла, березовый лес, на древесине, 02 08 2007, LE 257586.

*Volvariella bombycina* (Schaeff.) Singer — Железнодорожный район, парк Винновская роща, ольхово-кленовая ассоциация, на стволе ольхи, 09 06 2007, LE 257589.

*V. gloiocephala* (DC.) Boekhout et Enderle — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на пне, 26 06 2007, LE 257588.

*V. volvacea* (Bull.) Singer — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, сосновый с участием березы лес, на погребенной древесине, 22 07 2007, LE 257587.

#### STROPHARIACEAE

*Hypholoma capnoides* (Fr.) P. Kumm. — Ульяновский район, окр. п. Ишеевка, сосново-березовый лес, на пне, 08 09 2007, LE 257590; Майнский район, окр. с. Майна, сосновый лес, на пне, 26 09 2007, LE 257591.

*H. fasciculare* (Huds.) P. Kumm. — Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на пне, 05 10 2007, LE 257594.

*H. sublateritium* (Fr.) Quél. — Сенгилеевский район, окр. с. Елаур, сосновый лес, на пне, 27 08 2007, LE 257593; Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, дубрава, на пне, 05 10 2007, LE 257592.

*Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer et A. H. Sm. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, ольхово-кленовая ассоциация, на пне, 15 06 2007, LE 257594; кленово-липовая ассоциация, на пне, 24 06 2007, LE 257595.

*Pholiota alnicola* (Fr.) Singer — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на мертвой древесине, 04 08 2007, LE 257601.

*Ph. aurivella* (Batsch) P. Kumm. — Сенгилеевский район, окр. с. Елаур, березовый лес, на древесине, 27 08 2007, LE 257597; Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, березовый лес, на мертвой древесине (береза), 02 10 2007, LE 257598.

*Ph. gummosa* (Lasch) Singer — Тереньгульский район, окр. с. Солдатская Ташла, березовый лес, на древесине, 02 08 2007, LE 257600; Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на пне, 05 10 2007, LE 257599.

*Ph. populnea* (Pers.) Кууер et Tjall.-Beuk. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, тополевая аллея, на древесине, 29 09 2007, LE 257596.

*Ph. squarrosa* (Batsch) P. Kumm. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на древесине, 18 07 2007, LE 257602; Тереньгульский район, окр. с. Подкуровка, сосновый с участием дуба лес, на древесине, 09 09 2007, LE 257603.

*Ph. tuberculosa* (Schaeff.) P. Kumm. — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, березовый лес, на пне, 28 09 2007, LE 257604.

*Stropharia aeruginosa* (Curtis) Quél. — Майнский район, окр. с. Майна, дубрава с участием березы, на почве, 26 09 2007, LE 257608.

*S. albonitens* (Fr.) Quél. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-дубовая ассоциация, на почве, 26 06 2007, LE 257606.

*S. caerulea* Kreisel — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ольховая ассоциация, на почве, 29 09 2007, LE 257607.

*S. inuncta* (Fr.) Quél. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на почве, 07 10 2007, LE 257605.

#### TRICHOLOMATACEAE

*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. — Кузоватовский район, окр. с. Кузоватово, березовый с участием осины лес, на погребенной древесине, 08 10 2007, LE 257611; Же-

лезнодорожный район, парк Винновская роща, ольхово-кленовая ассоциация, на древесине, 13 10 2007, LE 257610.

*A. ostoyae* (Romagn.) Herink — Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, сосновый с участием березы лес, на подстилке, 19 10 2007, LE 257612.

*A. tabescens* (Scop.) Emel — Майнский район, окр. с. Тагай, посадка лиственницы, на погребенной древесине, 05 08 2007, LE 257613.

*Clitocybe candicans* (Pers.) P. Kumm. — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, березовый лес, на подстилке, 28 09 2007, LE 257616; Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, березовый с участием осины лес, на подстилке, 30 09 2007, LE 257615; Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, дубрава с участием березы, на подстилке, 02 10 2007, LE 257614.

*C. dealbata* (Sowerby) Gillet — Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, дубрава с участием сосны, на подстилке, 05 10 2007, LE 257617.

*C. gibba* (Pers.) P. Kumm. — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, сосновый лес, на подстилке, 21 07 2007, LE 257619; Тереньгульский район, окр. дер. Скугареевка, дубовый с участием осины лес, на подстилке, 29 07 2007, LE 257618; Майнский район, окр. с. Майна, дубовый с участием сосны лес, на подстилке, 26 09 2007, LE 257620.

*C. nebularis* (Batsch) P. Kumm. — Тереньгульский район, окр. дер. Скугареевка, дубовый с участием осины лес, на подстилке, 29 07 2007, LE 257621; Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый с редкими березами лес, на подстилке, 05 10 2007, LE 257622.

*C. odora* (Bull.) P. Kumm. — Кузоватовский район, окр. дер. Кивать, сосновый лес, на подстилке, 13 09 2007, LE 257625; Майнский район, окр. с. Майна, сосновый лес, на подстилке, 26 09 2007, LE 257624.

*C. phyllophila* (Pers.) P. Kumm. — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, посадка лиственницы, на подстилке, 28 09 2007, LE 257623; Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый с участием дуба лес, на подстилке, 05 10 2007, LE 257626.

*C. sinopica* (Fr.) P. Kumm. — Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на подстилке, 05 10 2007, LE 257629.

*Clitocybula abundans* (Peck) Singer — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, посадка лиственницы, на подстилке, 28 09 2007, LE 257627.

*Collybia aquosa* (Bull.) P. Kumm. — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, сосновый лес, на подстилке среди мха, 21 07 2007, LE 257632; Ульяновский район, окр. с. Ломы, сосновый лес, на подстилке, 28 07 2007, LE 257631.

*C. butyracea* (Bull.) P. Kumm. — Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на подстилке, 05 10 2007, LE 257630.

*C. dryophila* (Bull.) P. Kumm. — Тереньгульский район, окр. с. Подкуровка, березовый лес, на остатках древесины, 23 06 2007, LE 257633; окр. с. Солдатская Ташла, опушка березового леса, на подстилке, 30 08 2007, LE 257634; Барышский район, окр. с. Измайлово, березовый лес, на подстилке, 15 07 2007, LE 257635.

*C. ocior* (Pers.) Vilgalys et O. K. Mill. — Ульяновский район, окр. с. Большие Ключищи, сосновый лес, на подстилке, 17 06 2007, LE 257638; окр. с. Поникий Ключ, березовый лес, на подстилке, 02 09 2007, LE 257637; Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, дубрава с участием березы, на подстилке, 19 10 2007, LE 257636.

*Flammulina velutipes* (Curtis) Singer — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ясеневая ассоциация, на валежнике, 29 09 2007, LE 257639; ольхово-кленовая ассоциация, на валежнике, 21 10 2007, LE 257640.

*Laccaria laccata* (Scop.) Cooke — Железнодорожный район, парк Винновская роща, заросли клена, на почве, 07 10 2007, LE 257641.

*Lepista flaccida* (Sowerby) Pat. — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, дубрава с участием березы, на подстилке, 21 07 2007, LE 257642; Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, сосновый лес, на подстилке, 02 10 2007, LE 257644; Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, сосновый лес, на подстилке, 19 10 2007, LE 257643.

*L. luscina* (Fr.) Singer — Майнский район, окр. с. Майна, сосновый лес, на подстилке, 26 09 2007, LE 257648.

*L. nuda* (Bull.) Cooke — Железнодорожный район, парк Винновская роща, заросли клена, на подстилке, 29 09 2007, LE 257646; Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, сосновый лес, на подстилке, 19 10 2007, LE 257647.

*Lyophyllum connatum* (Schumach.) Singer — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-осиновая ассоциация, на почве, 26 06 2007, LE 257645.

*Marasmius bulliardii* Quél. — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, сосновый лес, на хвое и древесных остатках, 13 07 2007, LE 257649.

*M. epiphyllus* (Pers.) Fr. — Барышский район, окр. с. Измайлово, березовый с участием сосны лес, на подстилке, 15 07 2007, LE 257651; Ульяновский район, окр. п. Ишеевка, березовый с участием дуба лес, на отпаде, 08 09 2007, LE 257650; Майнский район, окр. с. Майна, березово-сосновый лес, на отпаде, 26 09 2007, LE 257652.

*M. oreades* (Bolton) Fr. — Барышский район, окр. с. Измайлово, луговина, на почве, 15 07 2007, LE 257655; Железнодорожный район, парк Винновская роща, сосновая посадка, на почве, 18 07 2007, LE 257654; Майнский район, окр. с. Тагай, посадка лиственницы, на почве, 09 08 2007, LE 257653.

*M. rotula* (Scop.) Fr. — Ульяновский район, окр. с. Ломы, луговина, на почве и растительных остатках, 17 07 2007, LE 257657.

*M. torquescens* Quél. — Ульяновский район, окр. с. Ишеевка, березовый лес, на отпаде, 08 09 2007, LE 257656.

*M. wynnei* Berk. et Broome — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, ольшаник, на почве, 21 07 2007, LE 257658; Ульяновский район, окр. с. Большие Ключищи, сосновый лес, на почве, 04 09 2007, LE 257660.

*Megacollybia platyphylla* (Pers.) Kotl. et Pouzar — Ульяновский район, окр. с. Ломы, сосново-березовый лес, на погребенной древесине, 31 07 2007, LE 257659; Сенгилеевский район, окр. с. Шиловка, березово-осиновый лес, на пне, 10 08 2007, LE 257661.

*Mycena abramsii* (Murrill) Murrill — Ульяновский район, окр. с. Ломы, сосновый лес, на подстилке, 17 07 2007, LE 257663; Майнский район, окр. с. Майна, дубрава с участием сосны, на подстилке, 26 09 2007, LE 257662; Железнодорожный район, парк Винновская роща, заросли клена, на почве, 07 10 2007, LE 257664.

*M. aetites* (Fr.) Quél. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-дубовая ассоциация, на древесине, 29 09 2007, LE 257666.

*M. filopes* (Bull.) P. Kumm. — Тереньгульский район, окр. с. Солдатская Ташла, дубрава с участием сосны, на отпаде, 02 08 2007, LE 257665; окр. с. Подкуровка, березовый с участием осины лес, на отпаде, 09 09 2007, LE 257667.

*M. flavoalba* (Fr.) Quél. — Ульяновский район, окр. с. Ломы, луговина, на отпаде, 17 07 2007, LE 257668; Тереньгульский район, окр. с. Подкуровка, сосновый лес, на подстилке, 09 09 2007, LE 257670; Карсунский район, окр. дер. Сосновка, сосновый лес, на подстилке, 28 09 2007, LE 257669.

*M. galericulata* (Scop.) Gray — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, сосновый с участием дуба лес, на пне, 28 09 2007, LE 257672; Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, сосновый лес, на пне, 02 10 2007, LE 257671; Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, сосновый лес, на замшелом пне, 19 10 2007, LE 257673.

*M. galopus* (Pers.) P. Kumm. — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, сосновый лес, на подстилке, 13 07 2007, LE 257674; Майнский район, окр. с. Майна, дубрава с участием сосны, на отпаде, 26 09 2007, LE 257675.

*M. haematopus* (Pers.) P. Kumm. — Тереньгульский район, окр. с. Солдатская Ташла, березовый лес, на разрушенной древесине, 02 08 2007, LE 257677; Ульяновский район, окр. п. Ишеевка, березовый лес, на подстилке, 08 09 2007, LE 257676.

*M. inclinata* (Fr.) Quél. — Майнский район, окр. с. Тагай, сосновый лес, на пне, 05 08 2007, LE 257680; Ульяновский район, окр. с. Большие Ключищи, сосновый лес, на пне, 04 09 2007, LE 257679; окр. с. Поникий Ключ, дубрава, на отпаде, 05 10 2007, LE 257678.

*M. pelianthina* (Fr.) Quél. — Ульяновский район, окр. с. Ломы, луговина, на отпаде, 28 07 2007, LE 257681; Тереньгульский район, окр. с. Солдатская Ташла, березо-

во-осиновый лес, на живом дереве, 30 08 2007, LE 257683; Карсунский район, окр. дер. Сосновка, сосновый лес, на подстилке, 28 09 2007, LE 257682.

*M. polygramma* (Bull.) Gray — Кузоватовский район, окр. с. Кузоватово, березовый с участием дуба лес, на подстилке, 08 10 2007, LE 257689.

*M. pura* (Pers.) P. Kumm. — Майнский район, окр. с. Майна, дубрава с участием сосны, на подстилке, 26 09 2007, LE 257686; Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, сосновый лес, на подстилке, 30 09 2007, LE 257687; Кузоватовский район, окр. с. Кузоватово, сосновый лес, на подстилке, 08 10 2007, LE 257688.

*M. speirea* (Fr.) Gillet — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, сосновый лес, на хвое и остатках коры, 13 07 2007, LE 257694.

*Pseudoclitocybe cyathiformis* (Bull.) Singer — Сенгилеевский район, окр. с. Силикатный, сосновый лес, в основании пня, 29 06 2007, LE 257693; Тереньгульский район, окр. с. Подкуровка, сосновый лес, на подстилке, 09 09 2007, LE 257692.

*Ripartites tricholoma* (Alb. et Schwein.) P. Karst. — Майнский район, окр. с. Майна, сосновый лес, на подстилке, 26 09 2007, LE 257690.

*Tricholoma album* (Schaeff.) P. Kumm. — Ульяновский район, окр. п. Цемзавод, березовый с участием осины лес, на почве, 10 06 2007, LE 257698.

*T. imbricatum* (Fr.) P. Kumm. — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, сосновый лес, на почве, 02 10 2007, LE 257696.

*T. pessundatum* (Fr.) Quél. — Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, сосновый лес, на почве, 19 10 2007, LE 257697.

*T. saponaceum* (Fr.) P. Kumm. — Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, березовый лес, на почве, 30 09 2007, LE 257695.

*T. scalpturatum* (Fr.) Quél. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, березовая с участием вяза аллея, на почве, 18 07 2007, LE 257699; Карсунский район, окр. дер. Сосновка, березовый лес, на почве, 28 09 2007, LE 257670.

*T. terreum* (Schaeff.) P. Kumm. — Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, сосновый лес, на почве, 19 10 2007, LE 257671.

*Tricholomopsis rutilans* (Schaeff.) Singer — Ульяновский район, окр. с. Ломы, сосновый лес, на древесине сосны, 31 07 2007, LE 257672; Майнский район, окр. с. Тагай, сосновый лес, на пне сосны, 05 08 2007, LE 257674; Карсунский район, окр. дер. Сосновка, посадка лиственницы, в основании лиственницы, 28 09 2007, LE 257673.

*Xeromphalina fellea* Maire et Malençon — Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на подстилке, 05 10 2007, LE 257675; Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, сосновый лес, на подстилке, 19 10 2007, LE 257676.

*Xerula radicata* (Rehhan) Dörfelt — Ульяновский район, окр. п. Цемзавод, березовый лес, на пне, 10 06 2007, LE 257678; окр. с. Большие Ключищи, сосново-березовый лес, на погребенной древесине, 17 06 2007, LE 257677.

## BOLETALES

### BOLETACEAE

*Boletus reticulatus* Schaeff. — Ульяновский район, окр. с. Ломы, дубовый с участием березы лес, на почве, 28 07 2007, LE 257681.

*Leccinum aurantiacum* (Bull.) Gray — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, пойменный лиственный лес (береза, осина, ива), на почве, 24 07 2007, LE 257680.

*L. oxydabile* (Singer) Singer — Тереньгульский район, окр. с. Подкуровка, смешанный (сосново-березовый) лес, на почве, 23 06 2007, LE 257679.

*L. scabrum* (Bull.) Gray — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, березовый с участием осины лес, на почве, 02 10 2007, LE 257682; Кузоватовский район, окр. с. Кузоватово, березовый лес, на почве, 08 10 2007, LE 257683.

*Suillus bovinus* (Pers.) Roussel — Ульяновский район, окр. п. Цемзавод, смешанный (сосна, береза, осина) лес, на почве, 10 06 2007, LE 257684.

*S. granulatus* (L.) Roussel — Барышский район, окр. с. Измайлово, сосновый с примесью дуба лес, на почве, 15 07 2007, LE 257688; Тереньгульский район, окр. дер. Скугареевка, дубовый с участием сосны лес, на почве, 29 07 2007, LE 257687.

*S. grevillei* (Klotzsch) Singer — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, лиственничная посадка, на почве, 29 08 2007, LE 257686.

*S. luteus* (L.) Roussel — Сенгилеевский район, окр. с. Шиловка, сосновый лес, на почве, 10 08 2007, LE 257689.

#### GOMPHIDIACEAE

*Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O. K. Mill. — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, дубрава с участием сосны, на почве, 22 07 2007, LE 257691; Кузоватовский район, окр. с. Кузоватово, березовый с участием сосны лес, на почве, 08 10 2007, LE 257690.

#### PAXILLACEAE

*Paxillus involutus* (Batsch.) Fr. — Тереньгульский район, окр. с. Подкуровка, березовый с участием дуба лес, на почве, 23 06 2007, LE 257693; Майнский район, окр. с. Тагай, сосново-березовый лес, 05 08 2007, LE 257692; Кузоватовский район, окр. с. Кузоватово, березовый с участием осины лес, на почве, 08 10 2007, LE 257694.

*Tapinella atrotomentosa* (Batsch.) Šutara — Сенгилеевский район, окр. с. Шиловка, сосновый лес, в основании сосны, 10 08 2007, LE 257695.

#### XEROCOMACEAE

*Xerocomus chrysenteron* (Bull.) Quél. — Ульяновский район, окр. с. Ломы, сосновый лес, на почве, 17 07 2007, LE 257696; Сурский район, окр. с. Белый Ключ, березовый с подлеском черемухи лес, на пне, 22 07 2007, LE 257697.

*X. subtomentosus* (L.) Quél. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, березовая аллея, на почве, 18 07 2007, LE 257698.

#### CORTINARIALES

#### CORTINARIACEAE

*Cortinarius claricolor* (Fr.) Fr. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, заросли клена, на почве, 09 06 2007, LE 257702.

*C. croceus* (Schaeff.) Gray — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, дубрава с участием березы, на почве, 29 07 2007, LE 257704.

*C. elegantior* (Fr.) Fr. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на почве, 29 09 2007, LE 257700.

*C. malicorius* Fr. — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, березовый лес, на почве, 28 09 2007, LE 257703.

*C. spilomeus* (Fr.) Fr. — Кузоватовский район, окр. с. Кузоватово, березовый с участием осины лес, на почве, 08 10 2007, LE 257701.

*C. triumphans* Fr. — Тереньгульский район, окр. дер. Скугареевка, дубрава с участием сосны, на почве, 29 07 2007, LE 257705.

*C. uliginosus* Berk. var. *luteus* Gabriel et Lamoure — Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, дубрава с участием березы, на почве, 19 10 2007, LE 257706.

*Galerina marginata* (Batsch) Kühner — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, сосновый лес, на подстилке, 02 10 2007, LE 257708; Вешкаймский район, окр. с. Вешкайма, сосновый лес, на подстилке, 19 10 2007, LE 257707.



*G. sideroides* (Bull.) Kühner — Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, сосновый лес, на подстилке, 19 10 2007, LE 257709.

*Hebeloma album* Peck — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, дубрава с участием березы, на почве, 02 10 2007, LE 257712.

*H. hiemale* Bres. — Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, сосново-березовый лес, на почве, 30 09 2007, LE 257711.

*H. sinapizans* (Fr.) Sacc. — Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, дубрава, на почве, 30 09 2007, LE 257713; Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, дубрава, на почве, 05 10 2007, LE 257714.

*H. subsaponaceum* P. Karst. — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, посадка лиственницы, на почве, 28 09 2007, LE 257715.

*Inocybe asterospora* Quél. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на почве, 29 09 2007, LE 257719.

*I. geophylla* (Pers.) P. Kumm. var. *geophylla* — Железнодорожный район, парк Винновская роща, заросли клена, на почве, 29 09 2007, LE 257717.

*I. geophylla* (Pers.) P. Kumm. var. *lilacina* Gillet — Железнодорожный район, парк Винновская роща, заросли клена, на почве, 29 09 2007, LE 257718.

*I. hirtella* Bres. — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, дубрава с участием березы, на почве, 02 10 2007, LE 257716.

*I. pelargonium* Kühner — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на почве, 29 09 2007, LE 257720.

*I. rimosa* (Bull.) P. Kumm. — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, березовый с участием дуба и рябины лес, на почве, 13 07 2007, LE 257721; Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ясеневая ассоциация, 04 08 2007, LE 257723; Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, березовый лес, на почве, 30 09 2007, LE 257722.

*Naucoria bohémica* Velen. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, ольхово-кленовая ассоциация, на валежнике, 13 10 2007, LE 257726.

*N. scolecina* (Fr.) Quél. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, ольхово-кленовая ассоциация, на погребенной древесине, 29 09 2007, LE 257725.

*Simocybe centunculus* (Fr.) P. Karst. — Тереньгульский район, окр. с. Подкуровка, березовый с участием осины лес, на мертвой древесине, 09 09 2007, LE 257724.

#### CREPIDOTACEAE

*Tubaria furfuracea* (Pers.) Gillet — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-ольховая ассоциация, на валежнике, 29 09 2007, LE 257730; ольхово-кленовая ассоциация, на валежнике, 21 10 2007, LE 257728.

#### PORIALES

#### LENTINACEAE

*Heliocybe sulcata* (Berk.) Redhead et Ginns — Ульяновский район, окр. п. Цемзавод, березовый с участием дуба лес, на древесине, 10 06 2007, LE 257729.

*Lentinus cyathiformis* (Schaeff.) Bres. — Ульяновский район, окр. п. Цемзавод, березовый лес, на погребенной древесине, 06 06 2007, LE 257727.

#### RUSSULALES

#### RUSSULACEAE

*Lactarius citriolens* Pouzar — Ульяновский район, окр. с. Ломы, березовый с участием сосны лес, на почве, 31 07 2007, LE 257734.

- L. glaucescens* Crossl. — Тереньгульский район, окр. дер. Скугареевка, луговина березового леса, на почве, 29 07 2007, LE 257731.
- L. piperatus* (L.) Pers. — Барышский район, окр. с. Измайлово, дубрава с участием березы, на почве, 15 07 2007, LE 257732.
- L. pubescens* (Fr.) Fr. — Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, березовый лес, на почве, 30 09 2007, LE 257733; Ульяновский район, окр. с. Поникий Ключ, березовый с участием сосны лес, на почве, 05 10 2007, LE 257730.
- L. torminosus* (Schaeff.) Gray — Карсунский район, окр. с. Сосновка, березовый лес, на почве, 28 09 2007, LE 257735.
- L. vellereus* (Fr.) Fr. — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, березовый с участием сосны лес, на почве, 13 07 2007, LE 257737; Ульяновский район, окр. с. Ломы, березовый с участием дуба лес, на почве, 28 07 2007, LE 257736; Сенгилеевский район, окр. с. Шиловка, дубрава с редкими липами, на почве, 10 08 2007, LE 257738.
- Russula aeruginea* Fr. — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, березовый лес, на почве, 13 07 2007, LE 257741; Ульяновский район, окр. с. Ломы, березовый с участием дуба лес, на почве, 17 07 2007, LE 257740; Сенгилеевский район, окр. с. Красный Гуляй, березовый лес, на почве, 30 09 2007, LE 257739.
- R. claroflava* Grove — Ульяновский район, окр. с. Ломы, березовая с участием осины посадка, на почве, 28 07 2007, LE 257743.
- R. densifolia* Secr. et Gillet — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, осинник, на почве, 22 07 2007, LE 257742.
- R. depallens* Fr. — Тереньгульский район, окр. с. Ясашная Ташла, сосново-березовый лес, на почве, 13 07 2007, LE 257745; Ульяновский район, окр. с. Ломы, березовый с подлеском рябины лес, на почве, 17 07 2007, LE 257749.
- R. emetica* (Schaeff.) Pers. — Карсунский район, окр. дер. Сосновка, дубрава с участием сосны, на почве, 28 09 2007, LE 257747.
- R. foetens* (Pers.) Pers. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, кленово-липовая ассоциация, на почве, 18 07 2007, LE 257751; Сурский район, окр. с. Белый Ключ, луговина, на почве, 22 07 2007, LE 257750.
- R. nauseosa* (Pers.) Fr. — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, сосновый лес, на почве, 21 07 2007, LE 257752.
- R. nitida* (Pers.) Fr. — Ульяновский район, окр. с. Ломы, березовый с подлеском рябины лес, на почве, 17 07 2007, LE 257756.
- R. ochroleuca* (Pers.) Fr. — Железнодорожный район, парк Винновская роща, березовая аллея, на почве, 08 07 2007, LE 257754.
- R. paludosa* Britzelm. — Сурский район, окр. с. Белый Ключ, сосновый лес, на почве, 21 07 2007, LE 257758.
- R. pectinatoides* Peck — Железнодорожный район, парк Винновская роща, липово-кленовая ассоциация, на почве, 04 08 2007, LE 257753.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондарцев А. С., Зингер Р. А. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения // Тр. Бот. ин-та. Сер. 2, вып. 6. Л., 1950. С. 499—543.
- Дедков А. П. Природные условия Ульяновской области. Изд-во Казанского ун-та, 1978. С. 165—168.
- Илюхин Е. В. Агарикоидные базидиомицеты зоны смешанных и широколиственных лесов Ульяновской области // Природа Симбирского Поволжья. Вып. 8. Ульяновск: Корпорация технологий продвижения, 2007. С. 119—125.
- Кальянов К. С., Веснина Г. З., Лебедев В. И. География Ульяновской области. Уч. пособие. Саратов: Приволжск. кн. изд-во, 1971. 9 с.
- Коваленко А. Е. Определитель грибов СССР. Порядок Hygrophorales. Л.: Наука, 1989. 165 с.
- Малышева Е. Ф. Род *Pluteus* Fr. в Самарской области. СПб.: ВИЗР, 2004. 55 с.

Нездоймино Э. Л. Определитель грибов России: порядок Агариковые. Вып. 1: Семейство Паутинниковые. СПб.: Наука, 1996. 408 с.

Чураков Б. П. Грибы // Красная книга Ульяновской области. Т. 2: Грибы и животные. Ульяновск, 2004. С. 41—55.

Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C., Pegler D. N. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi. 8th ed. CAB International, 1995. 616 p.

Moser M. Die Röhrlinge und Blätterpilze. 5 Aufl. Kleine Kryptogamenflora. IIb/2. Stuttgart; New York: Gustav Fisher Verl., 1983. 553 S.

Nordic Macromycetes / Eds L. Hansen, H. Knudsen. Vol. 2. Copenhagen: Nordsvamp, 1992. 474 p.

Phillips R. Mushrooms and other fungi of Great Britain and Europe. London: Macmillan Reference, 1994. 288 p.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
Санкт-Петербург  
maicor2@rambler.ru

Поступила 10 XI 2008

### РЕЗЮМЕ

Данная статья начинает публикацию материалов, посвященных агарикоидным базидиомицетам лесов Ульяновской обл. Аннотированный список включает 168 видов из 17 семейств.

Ключевые слова: агарикоидные базидиомицеты, биоразнообразие, широколиственные леса, сосновые леса, Ульяновская обл.

### SUMMARY

This paper begins the series of publications devoted to the agaricoid basidiomycetes of the Ulyanovsk Region forests. The annotated list includes 168 species from 17 families.

Key words: agaricoid fungi, biodiversity, broad-leaved forests, coniferous forests, Ulyanovsk Region.

УДК 631.46 : 631.8

© Н. А. Куреева,<sup>1</sup> Г. Ф. Рафикова,<sup>1</sup> А. С. Григориади,<sup>1</sup>  
Н. Ф. Галимзянова,<sup>2</sup> О. Н. Логинов<sup>2</sup>

### ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА АЗОЛЕН НА КОМПЛЕКС МИКРОМИЦЕТОВ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

KIREEVA N. A., RAFIKOVA G. F., GRIGORIADI A. S., GALIMZYANOVA N. F.,  
LOGINOV O. N. INFLUENCE OF THE BIOPREPARATE AZOLEN  
ON THE COMPLEX OF MYCROMYCETES FROM OIL POLLUTED GRAY FOREST SOIL

Современные технологии добычи, транспортировки и переработки нефти не исключают возможности аварийных разливов, при которых нефть и продукты ее переработки попадают в окружающую среду. Загрязняя почву, углеводороды оказывают существенное негативное влияние на весь комплекс ее свойств. Современные подходы биоремедиации нефтезагрязненных почв основываются на двух основных подходах: биостимуляции, представляющей собой комплекс мер, направленных на активизацию жизнедеятельности аборигенных углеводородоокисляющих микроорганизмов, и биодополнении, при котором в загрязненную почву вносят специализированные штаммы микроорганизмов, способные утилизировать конкретный загрязнитель. Использование биопрепаратов для оптимизации условий протекания процессов самоочищения нефтезагрязненной почвы способно ускорить утилизацию нефти, не нанося при этом дополнительного ущерба нарушенной экосистеме.

Скорость минерализации органических соединений во многом определяется соотношением С и N. Избыток углеродсодержащих соединений, обусловленный загрязнением почвы нефтью, резко изменяет это соотношение. Некоторые свободноживущие азотфиксирующие бактерии способны усваивать углеводороды нефти и фиксировать азот при их использовании, а также стимулировать рост других углеводородоокисляющих микроорганизмов (Градова и др., 2003; Муратова и др., 2005). Они могут утилизировать широкий спектр органических субстратов, синтезировать биологически активные вещества, стимулирующие рост ризосферных микроорганизмов и угнетающие развитие некоторых фитопатогенных грибов. Однако внесение в почву биопрепаратов без достаточно аргументированных оснований может провоцировать непредсказуемые изменения микробоценозов, которые чреваты отрицательными последствиями. Использование биопрепаратов на основе азотобактера для биоремедиации нефтезагрязненных почв делает актуальным изучение их влияния на микробиоту, в том числе и микроскопические грибы.

Целью данной работы является изучение изменений комплекса микромицетов нефтезагрязненной серой лесной почвы при ее рекультивации с использованием биодобавки Азолен.

<sup>1</sup> Башкирский государственный университет.

<sup>2</sup> Институт биологии УНЦ РАН, г. Уфа.

## Материал и методы

Исследования проводили в 2005—2007 гг. в условиях модельного эксперимента, используя образцы серой лесной почвы (гумус — 3.80—5.28 %,  $pH_{\text{водный}}$  — 6.1,  $N_{\text{общ.}}$  — 2507 мг/кг), не загрязненной и загрязненной нефтью в разных концентрациях (1, 4 и 8 % от массы) и подвергнутой биоремедиации. Почву (5 кг) помещали в сосуды и увлажняли до 60 % от общей влагоемкости. Для оптимизации водно-воздушного режима осуществляли регулярное рыхление и полив почвы. Для биоремедиации в сосуды с почвой вносили биопрепарат Азолен (титр микроорганизмов биопрепарата —  $10^6$  КОЕ/мл). Азолен — биоудобрение комплексного действия на основе штамма *Azotobacter vinelandii* ИБ 4, разработанное в Институте биологии УНЦ РАН (Логинов и др., 2005). Микроорганизмы, входящие в состав биопрепарата, обладают способностью фиксировать атмосферный азот (активность нитрогеназы — 0.0679 мг  $N_2$ /мл/г), синтезировать стимуляторы роста растений (цитокинины и ауксины), проявляя антагонизм к фитопатогенным грибам. Азолен увеличивал степень биодеструкции углеводородов нефти до 25 % (Биккинина, 2007). Для оценки влияния интродукции бактерий биопрепарата на комплекс микроорганизмов серой лесной почвы в один из вариантов опыта вносили Азолен без загрязнения нефтью. Контролем служила почва без добавления нефти и биопрепарата. Образцы анализировали через 3, 30, 60, 120 суток. Повторность опыта трехкратная.

Выделение и количественный учет микроорганизмов проводили по общепринятой методике посева почвенной суспензии на плотные агаризованные среды: микромицетов — на подкисленную среду Чапека; численность азотфиксаторов и олигонитрофилов учитывали методом обрастания комочков почвы на среде Эшби. Для количественного учета углеводородоокисляющих микроорганизмов (УОМ) использовали метод предельных разведений на жидкой среде Ворошиловой—Диановой с нефтью в качестве единственного источника углерода (Методы..., 1991). Посевы проводили в 6-кратной повторности. Идентификацию видов микромицетов осуществляли по определителям (Rarey, Fennell, 1965; Rarey, Thom, 1968; Билай, Коваль, 1988; Watanabe, 2000; Саттон и др., 2001). Видовые названия грибов уточняли по пополняемым спискам опубликованных видов в базе данных «Species fungorum» ([www.speciesfungorum.org](http://www.speciesfungorum.org)). Для установления типичных видов использовали показатели пространственной и временной частоты встречаемости видов (Методы..., 1991). При расчетах индекса Шеннона и коэффициента Сёренсена—Чекановского учитывали только типичные виды. Фитотоксичность почвы оценивали методом почвенных пластинок по степени ингибирования прорастания семян редиса (*Raphanus sativum*) сорта Красный с белым кончиком (Методы..., 1991). Содержание остаточных нефтепродуктов определяли горячей экстракцией метиленхлоридом (McGill, Rowell, 1980). Статистическую обработку данных осуществляли с применением программы Excel.

## Результаты и обсуждение

Эффективность биопрепарата зависит от способности интродуцированных микроорганизмов поддерживать свою численность определенный промежуток времени на уровне, достаточном для проявления их активности. Внесение Азолена привело к увеличению относительной плотности олигонитрофильных и азотфиксирующих микроорганизмов в серой лесной почве (табл. 1). Максимальное развитие этой группы бактерий выявлено в незагрязненной почве на 30-е сутки эксперимента. В вариантах с внесением Азолена в нефтезагрязненную почву плотность олигонитрофилов также увеличивалась (30—60-е сутки), однако ее величина была несколько меньше, что, вероятно, обусловлено прямым токсическим действием на них углеводородов нефти.

Азолен стимулировал развитие аборигенных углеводородоокисляющих микроорганизмов серой лесной почвы, особенно при загрязнении нефтью (табл. 2), что согласуется с данными о корреляции роста численности углеводородоокисляющих и азот-

**Динамика численности азотфиксаторов, олигонитрофилов (среда Эшби) и углеводородсодержащих микроорганизмов (среда Ворошиловой—Диановой) в серой лесной почве при ремедиации Азоленом**

Варианты опытов	Численность микроорганизмов, % образстания				Численность микроорганизмов, КОЕ/г×10 <sup>3</sup>			
	3 суток	30 суток	60 суток	120 суток	3 суток	30 суток	60 суток	120 суток
Контроль	63.3 ± 2.7	64.9 ± 2.9	65.2 ± 3.1	42.1 ± 2.0	15.0 ± 0.3	20.0 ± 0.7	8.0 ± 0.1	5.0 ± 0.2
Контроль + Азолен	68.9 ± 3.2*	94.3 ± 7.7	78.8 ± 2.7	49.0 ± 2.1	25.0 ± 1.3	80.0 ± 2.2	170.0 ± 16.8	45.0 ± 1.4
1 % нефти	53.2 ± 2.1	55.8 ± 2.0	58.9 ± 2.8	41.0 ± 1.1*	40.0 ± 1.7	30.0 ± 1.1	17.0 ± 0.5	11.0 ± 0.3
1 % нефти + Азолен	61.7 ± 2.3*	77.9 ± 3.5	73.7 ± 2.2	44.8 ± 1.9*	250.0 ± 10.1	350.0 ± 17.0	115.0 ± 4.1	30.0 ± 2.2
4 % нефти	51.2 ± 2.3	52.6 ± 1.7	44.4 ± 1.1	29.5 ± 1.2	30.0 ± 1.2	25.0 ± 1.2	30.0 ± 1.0	3.0 ± 0.3
4 % нефти + Азолен	71.6 ± 3.3	71.0 ± 1.5	70.0 ± 3.4*	57.4 ± 2.3	1.6 ± 0.2	150.0 ± 5.2	130.0 ± 7.3	13.0 ± 0.5
8 % нефти	62.0 ± 2.8*	62.2 ± 3.1*	71.9 ± 3.2	60.0 ± 2.4	14.0 ± 0.5	15.0 ± 0.2	13.0 ± 0.7	45.0 ± 2.1
8 % нефти + Азолен	67.1 ± 3.0*	85.0 ± 2.4	73.6 ± 2.6	60.3 ± 5.1	1.7 ± 0.2	140.0 ± 6.7	70.0 ± 3.0	40.0 ± 2.0

Примечание. Звездочкой отмечены значения, не отличающиеся от контроля по критерию Стьюдента, с достоверностью 0.95. То же для табл. 2 и 5.

**Влияние загрязнения нефтью и рекультивации серой лесной почвы на численность микромицетов (среда Чапека) и длину грибного мицелия**

Варианты опытов	Численность микроорганизмов, КОЕ/г×10 <sup>3</sup>				Длина мицелия, м/г			
	3 суток	30 суток	60 суток	120 суток	3 суток	30 суток	60 суток	120 суток
Контроль	52.4 ± 1.8	1.40 ± 0.03	7.5 ± 0.3	1.3 ± 0.4	0.37	0.41	0.35	0.35
Контроль + Азолен	45.2 ± 2.5	6.00 ± 0.03	15.3 ± 5.3	8.5 ± 0.5	0.29	0.42*	0.26	0.42
1 % нефти	63.0 ± 2.0	69.6 ± 2.5	48.3 ± 2.0	38.4 ± 1.0	0.44	1.06	0.63	0.72
1 % нефти + Азолен	88.6 ± 4.1	16.20 ± 0.1	37.8 ± 1.3	46.2 ± 5.6	0.45	0.72	0.44	0.65
4 % нефти	40.4 ± 1.4	20.6 ± 0.8	98.8 ± 4.5	151.5 ± 8.6	0.63	1.63	0.65	1.65
4 % нефти + Азолен	73.0 ± 2.2	2.00 ± 0.03	35.2 ± 1.4	55.2 ± 1.5	0.67	1.67	0.83	1.67
8 % нефти	38.5 ± 1.5	24.8 ± 1.0	60.3 ± 2.1	27.2 ± 1.0	0.70	1.75	1.88	1.70
8 % нефти + Азолен	64.3 ± 1.5	17.0 ± 0.6	15.3 ± 5.3	20.1 ± 2.5*	0.42	1.62	0.85	1.57

фиксирующих микроорганизмов в нефтезагрязненных почвах (Квасников, Ключникова, 1982; Терещенко и др., 2004). Увеличение численности углеводородокисляющих микроорганизмов привело к возрастанию степени разложения загрязнителя, причем в наиболее загрязненных вариантах (4 и 8 %) увеличение было более значительным, чем при низкой концентрации нефти. Если в варианте с 1 % нефти разложилось 63 %, что лишь немногим отличалось от показателя, полученного в нерекультивированной почве (59.2 %), то при концентрации 4 % увеличение составило 26 % (62.3 против 49.2 % без внесения Азолена); при 8%-м загрязнении под влиянием Азолена было утилизировано 73.5 % нефти (без применения биопрепарата — 61.3 %).

Нефтяное загрязнение серой лесной почвы в концентрации 1 % стимулировало развитие микроскопических грибов на начальных этапах инкубации; увеличение концентрации поллютанта (4 и 8 %) приводило к снижению численности микромицетов по сравнению с чистой почвой (табл. 2). Однако в дальнейшем (через 30, 60 и 120 суток) из нефтезагрязненных почв выделялось больше грибов, чем из почв контрольного варианта. Полученные результаты согласуются с данными более ранних работ (Киреева и др., 2005; Терехова, 2007). Внесение биопрепарата приводило к увеличению численности микромицетов на начальных сроках ремедиации (3-и сутки) по сравнению с загрязненными аналогами. Однако в ходе эксперимента численность микроскопических грибов в этих вариантах оставалась более низкой, чем в нефтезагрязненной почве. Это явление может быть обусловлено, с одной стороны, действием антигрибных метаболитов, продуцируемых *Azotobacter vinelandii* ИБ 4, с другой — быстрым исчерпанием дополнительного углерода, поступившего с нефтью, за счет жизнедеятельности углеводородокисляющей микробиоты, активно развивающейся в вариантах с применением биопрепарата (табл. 1). Аналогичная тенденция была выявлена и при определении длины мицелия микроскопических грибов (табл. 2). Исключение составил вариант с 4%-м загрязнением, где при использовании Азолена выявлена несколько большая длина мицелия, чем в нефтезагрязненной почве. Полученный результат, вероятно, связан с уменьшением интенсивности спорообразования у микромицетов в этом варианте эксперимента.

В ходе эксперимента из исследуемой почвы было выделено 25 видов микромицетов, при этом в большинстве случаев это были малочисленные изоляты, выделявшиеся однократно (табл. 3). В серой лесной почве преобладали грибы из рода *Penicillium* — 44.4 % от общего числа обнаруженных видов. В незагрязненной почве грибы этого рода были представлены лишь двумя видами — *P. glabrum* и *P. simplicissimum*. Внесение Азолена в незагрязненную почву привело к увеличению числа видов в 2 раза, главным образом за счет появления редких и случайных видов из рода *Penicillium*: *P. adametzi*, *P. canescens*, *P. chrysogenum*, *P. lignorum*, *P. lilacino-echinulatum*, *P. restrictum*, *P. variable*, *P. velutinum*. В этом же варианте эксперимента выявлялись *Gliomastix murorum* var. *murorum*, *Trichoderma koningii* и *Verticillium* sp., не отмеченные в контрольном варианте. В результате увеличивается разнообразие видов при «слабых» воздействиях различных веществ (Лебедева, 2000; Марфенина, 2005), к каковым, вероятно, можно отнести и Азолен.

Некоторые микромицеты были выделены как случайные виды лишь в вариантах с загрязнением *P. implicatum* (4 % нефти) и *Clonostachys rosea* f. *rosea* (1 и 8 % нефти соответственно). Совместное воздействие двух факторов — загрязнения нефтепродуктами и биоремедиации Азолоном — приводило как к выделению новых случайных видов (*Alternaria humicola*, *Aspergillus flavus* var. *oryzae*, *Fusarium poae*, *Torula erecta*), так и к исчезновению некоторых из них, например *Cladosporium herbarum*. Состав комплекса был представлен 5—7 типичными видами, из них лишь пять видов были обнаружены во всех вариантах опыта (табл. 3). Входящий в группу редких видов в незагрязненной почве *Aspergillus fumigatus* становился частым при нефтяном загрязнении. Применение Азолена способствовало некоторому снижению его плотности в рекультивируемой почве. Аналогичным образом *A. niger* реагировал на исследуемые воздействия. Следует отметить, что перечисленные грибы из рода *Aspergillus* вызывают определенный интерес в плане оценки экологической безопасности для че-

**Видовой состав микромицетов серой лесной почвы при загрязнении нефтью  
и ремедиации Азолоном**

Виды	Частота встречаемости, %							
	К	К + А	1 %	1 % + А	4 %	4 % + А	8 %	8 % + А
<i>*Aspergillus flavus</i> var. <i>oryzae</i> (Ahlb.) Kurtzman, M. J. Smiley, Robnett et Wicklow	—	—	—	—	8.3/25	8.5/25	—	—
<i>*A. fumigatus</i> Fresen.	8.3/50	20.8/50	33.3/75	16.7/50	33.3/75	20.8/75	33.3/75	20.8/75
<i>*A. niger</i> Tiegh.	4.2/25	4.2/50	33.3/75	16.7/75	12.5/50	4.2/25	16.7/75	8.3/50
<i>Alternaria humicola</i> Oudem.	—	—	—	—	8.3/25	8.3/25	—	—
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	4.2/25	4.2/25	4.2/25	—	4.2/25	—	—	—
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>rosea</i> (Link.) Schroers, Samuels, Seifert et W. Gams	—	—	4.2/25	—	—	—	4.2/25	—
<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw.	—	—	—	8.5/50	—	—	—	—
<i>Gliomastix murorum</i> var. <i>murorum</i> (Corda) S. Hughes	—	4.2/25	—	—	4.2/25	—	—	—
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	16.7/75	16.7/75	16.7/75	20.8/75	4.2/25	16.7/75	8.3/50	16.7/25
<i>Paecilomyces victoriae</i> (Svilv.) A. H. S. Br. et G. Sm.	33.3/75	4.2/25	16.7/25	33.3/75	25/50	16.7/75	8.3/25	25/50
<i>Penicillium adametzii</i> K. M. Zalessky	—	8.3/50	4.2/25	—	—	—	8.3/25	—
<i>*P. canescens</i> Sopp	—	4.2/25	25/25	8.3/25	—	—	—	—
<i>*P. chrysogenum</i> Thom	—	8.3/25	8.3/25	—	—	4.2/25	—	—
<i>*P. funiculosum</i> Thom	—	—	—	—	12.5/50	—	8.3/50	4.2/25
<i>*P. glabrum</i> (Wehmer) Westling	8.3/25	4.2/25	4.2/25	8.3/50	4.2/25	—	4.2/25	—
<i>P. implicatum</i> Biourge	—	—	—	—	4.2/25	—	—	—
<i>P. lignorum</i> Stolk.	—	4.2/25	—	4.2/25	—	—	—	—
<i>P. lilacinoechinulatum</i> Abe	—	4.2/25	—	—	—	—	—	—
<i>*P. restrictum</i> J. C. Gilman et E. V. Abbott	—	4.2/25	—	—	—	—	—	—
<i>P. simplicissimum</i> (Oudem.)	37.5/100	25/75	25/50	29/50	41.6/75	45.8/75	45.8/75	37.5/100
<i>*P. variabile</i> Sopp	—	4.2/25	4.2/25	—	4.2/25	8.3/50	4.2/25	4.2/25
<i>*P. velutinum</i> J. F. H. Beyma	—	8.3/50	—	8.3/50	—	—	12.5/75	8.3/50
<i>Torula erecta</i> Corda	4.2/25	—	—	4.2/25	—	8.3/25	4.2/25	—
<i>*Trichoderma koningii</i> Oudem.	—	33.3/75	4.2/25	4.2/25	12.5/50	4.2/25	4.2/25	4.2/25
<i>T. viride</i> Pers.	20.8/100	4.2/25	4.2/25	4.2/25	—	—	8.3/25	—
<i>Verticillium</i> sp.	—	4.2/25	4.2/25	—	—	—	—	—
<i>Mycelia sterilia</i> (white)	4.2/25	—	—	—	—	4.2/25	—	—
Н	1.52	0.99	0.98	0.99	0.44	0.72	0.44	1.37

Примечание. Прочерк — вид не обнаружен; звездочкой отмечены фитотоксичные виды; К — контроль, К + А — контроль + Азолон, 1 % — 1 % нефти, 1 % + А — 1 % нефти + Азолон, 4 % — 4 % нефти, 4 % + А — 4 % нефти + Азолон, 8 % — 8 % нефти, 8 % + А — 8 % нефти + Азолон; Н — индекс Шеннона.



**Коэффициенты сходства Сёрнсена—Чекановского микобиот  
различных вариантов эксперимента**

Варианты опытов	К	К + А	1 %	1 % + А	4 %	4 % + А	8 %	8 % + А
Контроль + Азолен	0.48	—	—	—	—	—	—	—
1 % нефти	0.55	0.60	—	—	—	—	—	—
1 % нефти + Азолен	0.61	0.65	0.52	—	—	—	—	—
4 % нефти	0.47	0.58	0.59	0.52	—	—	—	—
4 % нефти + Азолен	0.73	0.52	0.67	0.65	0.57	—	—	—
8 % нефти	0.44	0.67	0.69	0.67	0.67	0.53	—	—
8 % нефти + Азолен	0.55	0.60	0.62	0.67	0.74	0.59	0.69	—

ловека, представляя оппортунистические грибы из группы BSL 2 (Марфенина, 2005). Поэтому увеличение их встречаемости при нефтяном загрязнении, а затем снижение встречаемости под воздействием Азолена указывают на его явно положительное влияние. Напротив, *Paecilomyces victoricae* оказался чувствительным к нефтяному загрязнению, и лишь в вариантах с применением Азолена его встречаемость возрастала. Вид *Penicillium simplicissimum* преобладал как в контроле, так и в образцах загрязненных и рекультивируемых вариантов, что свидетельствует о его устойчивости к углеводородам нефти. К группе видов BSL 1, вызывающих глубокие микозы на фоне иммунодефицита, относится *Mucor hiemalis* (Марфенина, Фомичева, 2007). В нашем эксперименте этот вид неоднозначно реагировал как на нефтяное загрязнение, так и на биоремедиацию с применением Азолена. В варианте с низкой концентрацией нефти (1 %) его встречаемость была выше, чем при более существенном загрязнении. Применение Азолена в вариантах с 1%-й и 4%-й концентрациями поллютанта увеличивало этот показатель, а в варианте с 8 % нефти — уменьшало.

Грибы из рода *Trichoderma* реагировали на воздействие загрязнения углеводородами и биоремедиацию Азолом. Если вид *T. viride*, являясь типичным редким в серой лесной почве, при воздействии нефти и Азолена переходил в разряд случайных, то *T. koningii* в варианте с внесением Азолена в чистую почву был типичным частым видом, а при загрязнении 4 % нефти становился редким, при этом биоремедиация приводила к еще большему уменьшению его встречаемости.

Расчет индексов Шеннона показал, что внесение Азолена в чистую почву и загрязнение нефтью приводят к существенному уменьшению видового разнообразия. Применение биопрепарата для ремедиации нефтезагрязненной почвы способствует некоторому увеличению этого показателя, особенно заметному при высокой концентрации поллютанта. Увеличение видового разнообразия микромицетов при использовании для рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы неспециализированного биопрепарата Бациспесина было отмечено нами ранее (Киреева и др., 2006).

Расчет коэффициентов сходства комплексов микромицетов в различных вариантах показал, что внесение Азолена в незагрязненную нефтью почву существенно изменяет комплекс типичных видов (табл. 4). Увеличение концентрации нефти приводило к уменьшению сходства между незагрязненной и загрязненной почвой, тогда как применение биопрепарата способствовало возрастанию сходства комплексов микромицетов рекультивируемых вариантов и незагрязненной почвы.

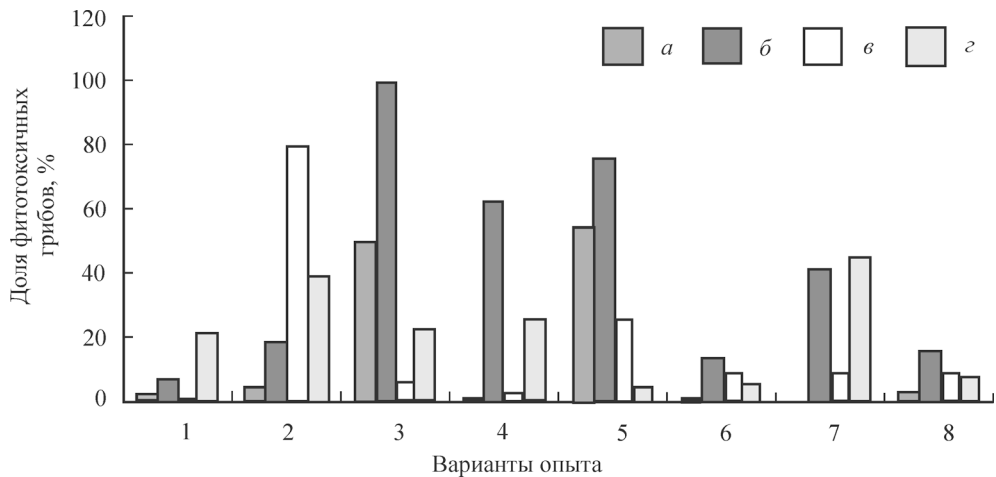
Показателем, характеризующим нарушения свойств почвы при нефтяном загрязнении, служит ее токсичность по отношению к высшим растениям. Загрязнение серой лесной почвы нефтью привело к возрастанию ее фитотоксичности. Токсическое воздействие нефтяного загрязнения на семена редиса проявлялось в течение 60 суток. Применение Азолена для биоремедиации нефтезагрязненной почвы способствовало снижению токсичности и достижению значений, сопоставимых с показателями, полученными для незагрязненной почвы, уже через 3 суток после внесения препарата (табл. 5).

**Всхожесть семян редиса обыкновенного в серой лесной почве в процессе ее ремедиации Азолоном**

Варианты опытов	Всхожесть семян, %			
	3 суток	30 суток	60 суток	90 суток
Контроль	95.4 ± 4.1	95.9 ± 3.7	96.0 ± 4.1	100.0 ± 4.1
Контроль + Азолен	84.4 ± 5.1	88.5 ± 3.6	100.0 ± 3.1*	100.0 ± 0.5*
1 % нефти	60.0 ± 2.7	56.2 ± 2.3	52.0 ± 2.3	86.7 ± 3.3
1 % нефти + Азолен	95.6 ± 4.2*	92.2 ± 3.6*	84.0 ± 5.7	100.0 ± 2.1*
4 % нефти	77.8 ± 3.5	75.0 ± 1.0	60.0 ± 2.1	73.3 ± 3.2
4 % нефти + Азолен	100.0 ± 4.4*	84.7 ± 3.3	65.0 ± 3.0	93.3 ± 2.6*
8 % нефти	77.8 ± 3.3	66.3 ± 3.0	48.0 ± 1.7	73.3 ± 3.0
8 % нефти + Азолен	93.3 ± 2.0*	75.1 ± 3.2	60.0 ± 1.4	93.3 ± 2.6*

Известна связь между токсическими свойствами почвы и содержанием в ней токсинообразующих форм грибов (Берестецкий, 1978). Так, при воздействии на почву тяжелых металлов, вызывающих ее токсикоз, наличие грибов-токсинообразователей может быть дополнительным фактором, отрицательно влияющим на развитие растений в загрязненных почвах (Лебедева, 2000). В нашем эксперименте оказалось, что не только загрязнение нефтью, но и внесение биопрепарата приводило к возрастанию доли фитотоксичных видов микромицетов в составе микобиоты (см. рисунок). Однако наибольшее количество токсичных видов выделено при 1%-м загрязнении нефтью, увеличение концентрации поллютанта не приводило к возрастанию их доли. Внесение биопрепарата в нефтезагрязненную почву способствовало снижению содержания токсичных форм грибов, причем в вариантах с 4%-м и 8%-м загрязнением этот эффект был выражен сильнее. Снижение токсичности почвы, рекультивируемой при помощи Азолена, очевидно, обусловлено как разложением нефти под воздействием углеводородокисляющих микроорганизмов, так и снижением содержания фитотоксичных видов микромицетов.

Проведенные исследования показали, что применение Азолена для биоремедиации нефтезагрязненной серой лесной почвы существенно воздействует на комплекс



Доля фитотоксичных грибов, выделенных из загрязненных нефтью и рекультивируемых серых лесных почв.

1 — контроль, 2 — контроль + Азолен, 3 — 1 % нефти, 4 — 1 % нефти + Азолен, 5 — 4 % нефти, 6 — 4 % нефти + Азолен, 7 — 8 % нефти, 8 — 8 % нефти + Азолен. а — 3 суток, б — 30, в — 60, з — 120 суток.

микромикетов. При внесении биопрепарата в нефтезагрязненную почву уменьшается численность грибов, снижается доля фитотоксичных видов, возрастает степень разложения нефти, что приводит к быстрому снижению фитотоксичности рекультивируемой почвы. Внесение Азолена в нефтезагрязненную почву увеличивает видовое разнообразие комплекса микромикетов. Положительный результат от применения Азолена особенно заметен при средних (4 %) и высоких (8 %) концентрациях нефти.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Берестецкий О. А. Фитотоксины почвенных микроорганизмов и их экологическая роль // Фитотоксические свойства почвенных микроорганизмов. Л.: ВНИИСХМ, 1978. С. 7—30.

Биккинина А. Г. Разработка технологии рекультивации нефтезагрязненных объектов с использованием комплекса микробиологических препаратов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа: Ин-т биологии УНЦ РАН, 2007. 23 с.

Билай В. И., Коваль Э. З. Аспергиллы. Киев: Наук. думка, 1988. 204 с.

Градова Н. Б., Горнова И. Б., Эддауди Р., Салина Р. Н. Использование бактерий рода *Azotobacter* при биоремедиации нефтезагрязненных почв // Прикл. биохимия и микробиология. 2003. Т. 39, № 3. С. 318—321.

Квасников Е. Л., Ключникова Т. М. Трансформация углеводов нефти в биосфере // Структура и функции микробных сообществ почв с различной антропогенной нагрузкой / Тез. докл. респ. конф. (17—21 мая 1982, Чернигов). Киев: Наук. думка, 1982. С. 5—8.

Киреева Н. А., Бакаева М. Д., Галимзянова Н. Ф. Изменение видового разнообразия микромикетов нефтезагрязненных почв при биоремедиации // Микология и фитопатология. 2006. Т. 40, вып. 1. С. 47—52.

Киреева Н. А., Мифтахова А. М., Бакаева М. Д., Водопьянов В. В. Комплексы почвенных микромикетов в условиях техногенеза. Уфа: Гилем, 2005. 360 с.

Лебедева Е. В. Микромикеты — индикаторы техногенного загрязнения почв // Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность. СПб., 2000. С. 173—176.

Логинов О. Н., Пугачева Е. Г., Силищев Н. Н., Бойко Т. Ф., Галимзянова Н. Ф. Штамм бактерий *Azotobacter vinelandii* для получения биопрепарата для борьбы с корневыми гнилями пшеницы и повышения количества урожая // Патент РФ. № 22224791, 2005. Бюл. изобр. № 4.

Марфенина О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 196 с.

Марфенина О. Е., Фомичева Г. М. Потенциально патогенные мицелиальные грибы в среде обитания человека. Современные тенденции // Микология сегодня / Под ред. Ю. Т. Дьякова, Ю. В. Сергеева. Т. 1. М.: Национальная академия микологии, 2007. 376 с.

Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: МГУ, 1991. 304 с.

Муратова А. Ю., Турковская О. В., Антонюк Л. П., Макаров О. Е., Позднякова Л. И., Игнатов В. В. Нефтеокисляющий потенциал ассоциативных ризобактерий рода *Azospirillum* // Микробиология. 2005. Т. 54, № 2. С. 248—254.

Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 468 с.

Терехова В. А. Микромикеты в экологической оценке водных и наземных экосистем. М.: Наука, 2007. 215 с.

Терещенко Н. Н., Лушников С. В., Пышьева Е. В. Биологическая азотфиксация как фактор ускорения микробной деградации нефтяных углеводов в почве и способы ее стимулирования // Биотехнология. 2004. № 5. С. 69—79.

McGill W. B., Rowell M. J. Determination of oil content of oil contaminated soil // Sci. Tot. Environ. 1980. Vol. 14, N 3. P. 245—253.

Raper B., Fennell D. I. The genus *Aspergillus*. Baltimore: The Williams and Wilkins Co., 1965. 686 p.

Raper B., Thom C. A. Manual of *Penicillia*. New York; London: Hafner Publishing Company, 1968. 875 p.

Watanabe T. Pictorial atlas of soil and seed fungi: Morphologies of cultured fungi and key to species. Florida, 2000. 411 p.

Башкирский государственный университет  
Институт биологии УНЦ РАН  
Уфа  
vodop@yandex.ru

Поступила 30 VII 2008

## РЕЗЮМЕ

Изучено влияние биопрепарата Азолен на комплекс микромицетов нефтезагрязненной серой лесной почвы Республики Башкортостан. Показано, что его применение существенно изменяет состав комплекса микромицетов. При внесении биопрепарата в нефтезагрязненную почву уменьшается численность грибов, снижается доля фитотоксичных видов, возрастает степень деградации нефти, что приводит к быстрому снижению фитотоксичности рекультивируемой почвы. Внесение Азолена в нефтезагрязненную почву способствует увеличению видового разнообразия комплекса микромицетов.

Ключевые слова: биопрепарат Азолен, нефтезагрязненная почва, рекультивация почв, комплексы микромицетов, фитотоксичность.

## SUMMARY

Influence of the biopreparation Azolen on micromycetes complex from oil polluted grey forest soil (Republic Bashkortostan) is studied. It is shown that the use this biopreparation significantly changes micromycetes complexes composition. Under the introduction of the biopreparation into oil polluted soil the number of fungi decreases, as well as the share of phytotoxic species, and the extent of oil degradation increases. These factors lead to fast decrease of phytotoxicity of recultivated soil. Introduction of Azolen into the oil polluted soil facilitates the increase of fungal species biodiversity.

Key words: biopreparation Azolen, oil polluted soil, soil recultivation, micromycetes complexes, phytotoxicity.

УДК 582.284.51 : 502.72 (471.12)

© О. С. Кириллова

**АГАРИКОИДНЫЕ ГРИБЫ  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКИЙ СЕВЕР»  
(ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ). II**

KIRILLOVA O. S. AGARICOID FUNGI OF THE NATIONAL PARK «RUSSKYI SEVER»  
(VOLOGDA REGION). II

Предлагаемая статья является продолжением публикации (Кириллова, 2006а), в которой освещена история изучения биоты агариковых грибов в Вологодской обл., охарактеризованы природные условия на территории национального парка «Русский Север» (далее — НП), приведен аннотированный список из 79 видов агарикоидных базидиомицетов семейств *Agaricaceae*, *Amanitaceae*, *Bolbitiaceae*, *Coprinaceae*, *Entolomataceae*, *Hygrophoraceae*, *Pluteaceae*, *Strophariaceae*. В настоящей работе представлен список, включающий 111 видов из семейства *Tricholomataceae*, 90 из них впервые публикуются для НП, включая 76 видов, новых для Вологодской обл. В список включен 21 вид, ранее упоминавшийся для НП без ссылки на гербарный образец и точного указания местонахождения (Кириллова, 2006б, 2007). В данной работе информация по этим видам дополнена.

Среди представителей семейства наряду с типичными бореальными видами, трофически связанными в своем распространении с *Picea abies* (L.) Karst. и *Pinus sylvestris* L. (*Hemimycena gracilis*, *Marasmius wetsteinii*, *Micromphale perforans*, *Mycena capillaripes*, *M. viridimarginata*, *Strobilurus esculentus*, *Xeromphalina cornui* и др.), и видами, широко распространенными по всей лесной зоне Голарктики (*Clitocybe gibba*, *Collybia dryophila*, *Laccaria laccata*, *Mycena galericulata* и др.), отмечены представители, редкие в регионе и в России. К этой категории относятся виды с узкой экологической амплитудой, связанные со специфичными и редкими местообитаниями. Например, *Tricholoma aurantium* — микосимбионт *Picea abies*, приуроченный к выходам известняка. Для некоторых видов (*Marasmius setosus*, *Xeromphalina fraxinophila*) причины редкой встречаемости установить сложно в связи с недостаточной информацией о распространении их на территории России (пояснения см. в конспекте). Отдельно следует отметить виды, которые охраняются в северных регионах европейской части РФ и найдены в НП «Русский Север»: *Marasmius limosus* и *Mycena cyanorrhiza* внесены в Красную книгу Ленинградской обл. (Красная книга..., 2001), *Lepista nuda* охраняется на территории Карелии (Красная книга..., 2007) и Коми (Красная книга..., 1998). Последний вид в НП находится вблизи северной границы своего ареала; возможно, в южных районах Вологодской обл. он встречается чаще.

Основу списка составляет материал, собранный в ходе полевых исследований, проведенных Е. С. Поповым в 2002 г. и автором работы в 2003—2008 гг. Объем родов, видов и внутривидовых таксонов принят с учетом специальной современной литературы по соответствующим группам. Таксоны рангом выше рода расположены по системе, принятой в 8-м издании словаря грибов Айнсворта и Бисби (Hawksworth et al., 1995). Сокращения авторов даны в соответствии с рекомендациями (Kirk, Ansell, 1992).

Аннотированный список составлен по схеме: латинское название вида — сведения о гербарных образцах, помещенных в Микологический гербарий БИН РАН (LE); для некоторых редких видов приводятся данные обо всех имеющихся экземплярах (гербарий ВГПУ): местонахождение (статус территории, если она имеет особый режим охраны, ближайший населенный пункт или квартал лесничества), местообитание, субстрат, дата сбора, гербарный номер (LE или полевой номер), коллектор (собр.) и исследователь (опр.), определивший образец (если это не автор настоящей работы), публикация, если находка ранее опубликована.

В списке используются следующие сокращения: ЛЗ — ландшафтный заказник, ПП — памятник природы, ОБ — охраняемое болото, кв. лесн. — квартал лесничества; звездочкой отмечены виды, известные для Вологодской обл. (Кутова, 1957).

#### TRICHOLOMATACEAE

*Armillaria borealis* Marxm. et Korhonen — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с березой зеленомошный черничный, на сухостойном стволе березы, 10 09 2005, LE 246152.

*A. lutea* Gillet [= *A. gallica* Marxm. et Romagn.] — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный черничный с елью и березой, на разложившейся древесине и на почве, 27 09 2005, LE 246153.

*A. ostoyae* (Romagn.) Herink — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., ельник вейниково-костянично-черничный с сосной, березой, осиной, на поваленном стволе ели, 10 09 2005, LE 246154; ПП гора Маура, сероольшаник с рябиной звездчатково-разнотравный, на поваленном стволе, 09 09 2005, 05-9-291.

*Baeospora myosura* (Fr.) Singer — в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на еловой шишке, 22 07 2005, LE 246114.

*Calocybe gambosa* (Fr.) Donk — в 0.2 км к сев.-вост. от дер. Пялнобово, звездчатково-таволговый луг, на почве, 21 06 2004, LE 246155.

\**Cantharellula umbonata* (J. F. Gmel.) Singer — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный (питомник), на мхах, 16 09 2004, LE 246156.

*Cheimonophyllum candidissimum* (Berk. et M. A. Curtis) Singer — в 1.5 км к зап. от дер. Гриденская, осинник, на валежном стволе осины, 21 08 2002, собр. Е. С. Попов, 02-8-99; ПП г. Маура, ольшаник звездчатково-разнотравный с рябиной, на валеже, 09 09 2005, LE 246116.

*Chrysomphalina strombodes* (Berk. et Mont.) Clemençon [= *Omphalina hypoxantha* Bres., *Gerronema strombodes* (Berk. et Mont.) Singer] — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный с елью, на ветках, 07 07 2004, опр. Е. С. Попов и О. С. Кириллова, LE 246121.

\**Clitocybe candicans* (Pers.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный брусничный, с подростом ели, на подстилке, 24 08 2006, LE 246157.

\**C. clavipes* (Pers.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 116-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк долгомошный черничный с березой, на подстилке, 25 08 2005, LE 246158.

\**C. gibba* (Pers.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., березняк вейниково-черничный с сосной и подростом ели, на подстилке, 12 08 2004, LE 246160; 149-й кв. Коварзинского лесн., в 1.5 км к зап. от дер. Гриденская, старовозрастный елово-осиновый лес, на подстилке, 21 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246159.

*C. odora* (Bull.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., ельник вейниково-костянично-черничный с сосной, березой, осиной, на подстилке, 23 08 2005, LE 246162; 149-й кв. Коварзинского лесн., в 1.5 км к зап. от дер. Гриденская, вырубка, на подстилке, 21 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246161.

*C. phyllophila* (Pers.) P. Kumm. — ПП гора Сандырева, злаково-разнотравный суходольный луг с подростом сосны, березы, ели, ивы, можжевельника, на подстилке, 09 09 2005, LE 246163.

*C. sinopica* (Fr.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., на краю грунтовой дороги, в луговом разнотравье, на почве, 01 06 2006, LE 253469.

*C. squamulosa* (Pers.) Fr. — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., возобновляющийся сосняк злаковый и злаково-разнотравный луг, на почве, 08 07 2004, LE 246164.

*Collybia aquosa* (Bull.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 116-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк долгомошно-сфагновый черничный, на *Sphagnum* sp., 07 06 2008, LE 253466.

*C. asema* (Fr.) Gillet — ПП гора Маура, ельник с серой ольхой кисличный, на подстилке, 27 08 2006, LE 253467.

\**C. butyracea* (Bull.) Fr. var. *butyracea* — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный брусничный с подростом ели, на подстилке, 24 08 2006, LE 253468.

*C. cirrhata* (Schumach.) P. Kumm. — ОБ Соколье, 100-й кв. Ниловицкого лесн., сосново-кассандрово-андромедово-сфагновое болото (верховое), на мумифицированном плодовом теле, 17 09 2004, LE 246165; окрестности дер. Русаново, сосново-березовый сфагновый лес, на остатках *Leccinum* sp., 20 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246166.

*C. confluens* (Pers.) P. Kumm. — просека между 95-м и 96-м кв. Коварзинского лесн., в 1 км к сев. от дер. Русаново, в зарослях *Filipendula* sp., на почве, 17 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246167.

*C. distorta* (Fr.) Quél. — 149-й кв. Коварзинского лесн., в 1.5 км к зап. от дер. Гриденская, вырубка, на почве в траве, 21 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 253469.

\**C. dryophila* (Bull.) P. Kumm. — 149-й кв. Коварзинского лесн., в 1.5 км к зап. от дер. Гриденская, на вырубке борцово-снытевой, зарастающей малиной, на почве, 21 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246168.

*C. ocior* (Pers.) Vilgalys et O. K. Mill. — в 2.5 км к сев. от дер. Коварзино, сосняк сфагновый кассандрово-голубично-моршковый, на подстилке, 23 06 2004, LE 246169.

*C. tuberosa* (Bull.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный черничный с березой, на подстилке, 10 09 2005, LE 246170.

*Delicatula integrella* (Pers.) Fayod — в 1.5 км к зап. от дер. Артемово, сосняк с березой и подростом березы, ельник таволговый, на пне, 20 07 2005, LE 246171.

*Hemimycena gracilis* (Quél.) Singer — в 1.5 км к вост. от дер. Русаново, ельник с березой ландышево-башмачково-осоковый заболоченный, на опавшей хвое ели, 20 06 2004, LE 246115; в 2 км к сев. от дер. Коварзино, ельник осоково-черничный зеленомошно-сфагновый, на опавшей хвое ели, 07 07 2006, 06-7-76.

*Hypsizygus ulmarius* (Bull.) Redhead — г. Кириллов, южн. берег оз. Сиверского, на срубленном ствале и пне тополя, 05 10 2004, LE 246172.

*Laccaria bicolor* (Maire) P. D. Orton — ЛЗ Шалго-Бодуновский лес, 7-й кв. Шалго-Бодуновского лесн., ельник черничный с сосной и осинной, на почве, 25 07 2004, LE 246174.

\**L. laccata* (Scop.) Fr. — ПП гора Маура, ельник кисличный, на почве, 27 08 2006, LE 246175; 97-й кв. Коварзинского лесн., сосняк кустарничково-беломошный, среди сфагнума, 23 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246173.

\**L. proxima* (Boud.) Pat. — ПП Сокольский бор, 116-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк долгомошный черничный с березой, на почве, 06 10 2004, LE 246176.

*Lepista irina* (Fr.) H. E. Bigelow — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., ельник veinиково-костянично-черничный с сосной, березой, осинной, на почве, большая группа, 18 09 2004, LE 253470.

\**L. nuda* (Bull.) Cooke — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., ельник вейниково-костянично-черничный с сосной, березой, осиной, на почве, 07 10 2004, LE 246177 (Кириллова, 2007).

*Lichenomphalia umbellifera* (L.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo et Vilgays [= *Phytoconis ericetorum* (Pers.) Redhead et Kuiper, *Omphalina ericetorum* (Pers.) M. Lange] — в 2.7 км к вост. от дер. Пялнобово, сосняк вересково-сфагновый с подростом березы, на зеленых мхах, 21 07 2005, LE 246215.

*Lyophyllum connatum* (Schumach.) Singer — окр. дер. Русаново, пойма р. Итклы, лесная дорога в смешанном лесу, на почве, 18 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246178.

*L. decastes* (Fr.) Singer — окр. дер. Русаново, пастбище, на почве, 28 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246179.

*Macrocystidia cucumis* (Pers.) Joss. — просека между 95-м и 96-м кв. Коварзинского лесн., опушка елово-березового леса, на почве, 27 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246180.

\**Marasmius androsaceus* (L.) Fr. — окрестности дер. Русаново, сосново-березовый лес, на опавшей хвое и веточках сосны, листьях березы, 20 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246181; ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк кислично-черничный с елью, на опавшей хвое, ветках и коре сосны, 07 07 2004, LE 246183.

*M. epiphyllus* (Pers.) Fr. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., ельник вейниково-костянично-черничный с сосной, березой, осиной, на опаде березы, осины, 07 10 2004, LE 246186.

*M. limosus* Boud. et Quél. — 149-й кв. Коварзинского лесн., в 1.5 км к зап. от дер. Гриденская, вырубка, на остатках *Carex* sp., *Phragmites* sp., 23 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, 02-8-164; берег оз. Иткольского, луг, на остатках *Carex* sp., *Phragmites* sp., 20 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246188; окрестности дер. Русаново, пойменный луг, берег р. Итклы, на остатках *Carex* sp., *Phragmites* sp., 18 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, 02-8-48 (Кириллова, 2007).

\**M. oreades* (Bolton) Fr. — окрестности дер. Русаново, сенокосный луг, на почве, 25 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246191; 92-й кв. Ниловицкого лесн., злаковый луг, на почве, 08 07 2004, LE 246182.

\**M. scorodonius* (Fr.) Fr. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с елью зеленомошный линнеевый, на древесине, 05 07 2008, LE 253475.

*M. setosus* (Sowerby) Noordel. — вост. дер. Ивашково, таволгово-щучковый луг, на остатках злаков, 25 08 2002, собр. Е. С. Попов, LE 246184 (Кириллова, 2007).

Для этого вида характерным субстратом являются опавшие листья *Fagus*, реже базидиомы встречаются на опаде других лиственных пород: *Fraxinus*, *Betula*, *Acer*, *Quercus*, *Salix* и *Berberis* (Antonin, 1993). По-видимому, вид обладает более широкой экологической амплитудой. Распространение на территории России недостаточно изучено, так как плодовые тела характеризуются очень мелкими размерами и часто пропускаются при сборе. В России отмечен в Санкт-Петербурге (Коткова и др., 2007) и Псковской обл. (данные Е. С. Попова).

*M. wettsteinii* Sacc. et P. Syd. [= *M. bulliardii* Quél. f. *acicola* (S. Lundell) Noordel.] — в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на еловых иголках, 14 07 2004, LE 246185.

*Megacollibia platyphylla* (Pers.) Kotl. et Pouzar — окрестности дер. Русаново, сосново-березовый лес, на валеже березы, 20 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246189; ЛЗ Шалго-Бодуновский лес, 6-й кв. Шалго-Бодуновского лесн., березняк с елью черничный, на погребенной древесине, 25 07 2004, LE 246190.

*Melanoleuca polioleuca* (Fr.) G. Moreno — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с елью зеленомошный брусничный, на краю грунтовой дороги, на почве, 06 08 2006, LE 246192.

*Micromphale perforans* (Hoffm.) Gray — ЛЗ Шалго-Бодуновский лес, в 3.13 км к юго-зап. от дер. Горка, березняк с елью черничный, на хвое ели, большими группами, 10 06 2004, LE 246193.



- Mycena abramsii* (Murrill) Murrill — в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на поваленном поросшем мхом стволе дерева, 24 06 2004, LE 246101.
- M. acicula* (Schaeff.) P. Kumm. — в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на погребенной ветке, 14 07 2004, LE 246194.
- M. amicta* (Fr.) Quél. — в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на мелких ветках, 24 06 2004, LE 246102.
- M. aurantiomarginata* (Fr.) Quél. — в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на хвое ели, 21 09 2004, LE 246195.
- M. capillaripes* Peck — в 1.3 км к сев.-вост. от дер. Русаново, ельник зеленомошный черничный с сосной и березой, на подстилке, 21 09 2004, LE 246103.
- M. citrinomarginata* Gillet — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., безрезняк вейниково-черничный с сосной и подростом ели, на березовом опаде, 12 08 2004, LE 256196.
- M. cyanorrhiza* Quél. — ПП г. Маура, ельник орляковый, на ветке ели, 09 07 2008, LE 253472.
- M. epipterygia* (Scop.) Gray — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный черничный с березой, на разрушенной древесине, 10 09 2005, LE 246197; 149-й кв. Коварзинского лесн., в 1.5 км к зап. от дер. Гриденская, старовозрастный елово-осиновый лес, на валежном стволе осины, 21 08 2002, собр. Е. С. Попов, опр. О. В. Морозова, 02-8-102.
- M. filopes* (Bull.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный брусничный с подростом ели, на подстилке, 05 10 2004, LE 246104.
- M. flavoalba* (Fr.) Quél. — в 1.3 км к сев.-вост. от дер. Русаново, ельник зеленомошный черничный с сосной и березой, на подстилке, 21 09 2004, LE 246105.
- M. floridula* Secr. — в 3 км к сев.-зап. от пос. Коварзино, разнотравный васильково-манжетковый луг, на почве, 23 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246198.
- M. galericulata* (Scop.) Gray — ПП гора Маура, ельник майниково-кисличный зеленомошный, 19 06 2005, 05-6-31; ПП гора Сандырева, заросли ольхи, на древесине, 09 09 2005, LE 246199.
- M. galopus* (Pers.) P. Kumm. — ЛЗ Шалго-Бодуновский лес, 10-й кв. Шалго-Бодуновского лесн., ельник зеленомошный черничный, на подстилке, 23 07 2004, LE 253471.
- M. haematopus* (Pers.) P. Kumm. — в 1.3 км к сев.-вост. от дер. Русаново, ельник зеленомошный черничный с сосной и березой, на разрушенной древесине, 26 08 2005, LE 246201; 149-й кв. Коварзинского лесн., в 1.5 км к зап. от дер. Гриденская, старовозрастный елово-осиновый лес, на валежном стволе осины, 21 08 2002, собр. Е. С. Попов, опр. О. В. Морозова, LE 246200.
- M. laevigata* (Lasch) Gillet — в 1 км к сев.-вост. от дер. Коварзино, ельник зеленомошный майниковый, на поваленном, поросшем мхом стволе, 18 06 2003, LE 246203; 96-й кв. Коварзинского лесн., ельник борцово-кисличный, на валежном замоховелом стволе ели, 16 08 2002, собр. Е. С. Попов, опр. О. В. Морозова, LE 246202.
- M. leptcephala* (Pers.) Gillet — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., ельник вейниково-костянично-черничный с сосной, березой, осиной, на подстилке, 06 08 2006, LE 246106; в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на подстилке, 24 06 2004, 04-6-107.
- M. longiseta* Höhn. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный черничный с березой, на опаде, 26 08 2006, LE 246113.
- M. megaspora* Kauffman — 100-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк сфагновый, на Sphagnum, 27 09 2005, LE 246204.
- M. niveipes* (Murrill) Murrill — в 1 км к юго-вост. от дер. Пеньково, осинник чистецово-снытевый с елью, сосной, березой, на погребенной древесине, 15 06 2005, LE 246205.
- M. oregonensis* A. H. Sm. — в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на ветоши, 24 06 2004, LE 246207.

*M. pterigena* (Fr.) P. Kumm. — руч. Фефеловка к сев. от дер. Русаново, опушка елово-березового леса, на сухих рахисах *Athyrium filix-femina*, 26 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246208.

\**M. pura* (Pers.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 111-й кв. Ниловицкого лесн., ельник с сосной зеленомошный черничный, на подстилке, 06 10 2004, LE 246209.

*M. rosella* (Fr.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 99-й кв. Ниловицкого лесн., березняк с елью вейниковый, на еловом опаде, 17 09 2004, LE 246210.

*M. rubromarginata* (Fr.) P. Kumm. — в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на коре поваленного дерева, 24 06 2004, LE 246108.

*M. sanguinolenta* (Alb. et Schwein.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк кислично-черничный с елью, на подстилке, 07 07 2004, LE 246211.

*M. silvae-nigrae* Maas Geest. et Schwöbel — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный черничный с березой, на пне сосны, 31 05 2006, LE 246109.

*M. stipata* Maas Geest. et Schwöbel — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., березняк вейниково-черничный с сосной и подростом ели, на поваленном стволе сосны, 11 09 2005, LE 246112.

*M. stylobates* (Pers.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., березняк вейниково-черничный с сосной и подростом ели, на опаде, 25 08 2006, LE 246110; окрестности дер. Русаново, пойменный луг, берег р. Итклы, на остатках злаков, 27 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246212.

*M. viridimarginata* P. Karst. — ПП Сокольский бор, в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на погребенной древесине, 14 07 2004, LE 246111.

*M. vulgaris* (Pers.) P. Kumm. — окрестности дер. Коварзино, пересохшая природо-рожная канава, среди гипновых мхов, в зарослях *Turpha* sp., на подстилке, 23 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, LE 246213.

*Omphalina gerardiana* (Peck) Singer [= *Arrhenia sphagnicola* (Berk.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo et Vilgalys, *O. fusconigra* P. D. Orton, *O. sphagnicola* (Berk.) M. M. Moser] — ОБ Соколье, 100-й кв. Ниловицкого лесн., сосново-кассандрово-андромедово-сфагновое болото (верховое), на *Sphagnum* sp., 17 06 2005, LE 246214.

*Omphalina pyxidata* (Bull.) Quél. — в 2 км к сев. от дер. Коварзино, песчаный карьер, зарастающий сосной, елью, ивой, березой, на песке, 21 09 2004, LE 246120.

*Rickenella fibula* (Bull.) Raitheh. — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., низинное болото, на *Aulacomium palustre*, 26 06 2008, LE 253474.

*Rickenella swartzii* (Fr.) Kuyper [= *R. setipes* (Fr.) Raitheh.] — в 3 км к сев. от дер. Коварзино, ельник папоротниковый, на мхах, 15 06 2005, LE 246216; ЛЗ Шалго-Бодуновский лес, 6-й кв. Шалго-Бодуновского лесн., осинник с елью вейниково-борцовый, на мхах, 25 07 2004, 04-7-277.

*Roridomyces roridus* (Scop.) Rexer [= *Mycena rorida* (Scop.) Quél.] — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с елью черничный зеленомошный, на ветках, 07 07 2004, LE 246206.

*Sarcotryxa serotina* (Pers.) P. Karst. [= *Panellus serotinus* (Pers.) Kühner] — ПП гора Маура, ельник с осинной костяничный, на пне, 13 10 2005, LE 246219.

*Strobilurus esculentus* (Wulfen) Singer — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с елью беломошный, опушка, на погребенной шишке ели, 27 05 2004, LE 246220.

*S. stephanocystis* (Kühner et Romagn. ex Hora) Singer — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с елью беломошный, опушка, на погребенной шишке, 27 05 2004, LE 246223.

*S. tenacellus* (Pers.) Singer — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., ельник с сосной чернично-кисличный, на погребенной шишке, 27 05 2004, LE 246224.

*Tephroclype palustris* (Peck) Donk — ОБ Соколье, 100-й кв. Ниловицкого лесн., сосново-кассандрово-андромедово-сфагновое болото (верховое), на *Sphagnum* sp., 10 08 2004, LE 246217.

*T. rancida* (Fr.) Donk — ПП гора Маура, ельник хвощовый, около тропы, на почве, 13 10 2005, LE 246218.

*Tricholoma albobrunneum* (Pers.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк молодой луговиковый на границе с питомником, на почве, 27 09 2005, LE 246225 (Кириллова, 2006б).

*T. album* (Schaeff.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с елью вейниково-орляковый, на почве, 27 09 2005, LE 253473.

*T. argyraceum* (Bull.) Gillet — ПП гора Маура, ельник хвощовый с березой, на почве, 13 10 2005, LE 246226 (Кириллова, 2006б).

*T. aurantium* (Schaeff.) Ricken — ПП Сандырева гора, северный склон, молодой ельник с можжевельником и сосной разнотравный, на почве, кольцом вокруг ели, 09 09 2005, LE 235338 (Кириллова, 2006б, 2007).

\**T. equestre* (L.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный брусничный с березой, с подростом ели, березы, сосны, на почве, 05 10 2004, LE 246227 (Кириллова, 2006б).

\**T. focale* (Fr.) Ricken — ПП Сокольский бор, 111-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный брусничный, на почве, 19 09 2004, LE 235337 (Кириллова, 2006б).

*T. fulvum* (Bull.) Sacc. — ПП Сандырева гора, северный склон, молодой сосняк с елью и березой разнотравный, на почве, 13 10 2005, LE 246228 (Кириллова, 2006б).

\**T. imbricatum* (Fr.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 111-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с елью зеленомошный, мертвопокровный участок, на краю дороги, на почве, 06 10 2004, LE 246221 (Кириллова, 2006б).

*T. myomyces* (Pers.) J. E. Lange — ПП Сандырева гора, северный склон, молодой ельник с можжевельником и сосной разнотравный, на почве, 09 09 2005, LE 246229 (Кириллова, 2006б).

*T. pessundatum* (Fr.) Quél. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный брусничный, на почве, 07 10 2004, LE 235341 (Кириллова, 2006б).

\**T. portentosum* (Fr.) Quél. — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный брусничный с березой, с подростом ели, березы, сосны, на почве, 05 10 2004, LE 246222 (Кириллова, 2006б).

*T. saponaceum* (Fr.) P. Kumm. var. *squamosum* (Cooke) Rea — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., березняк вейниково-черничный с сосной и подростом ели, на почве, 27 09 2005, LE 235340 (Кириллова, 2006б).

*T. sculpturatum* (Fr.) Quél. — ПП Сокольский бор, 111-й кв. Ниловицкого лесн., березняк с подростом ели вейниково-черничный, открытый участок на краю просеки, на почве, 12 08 2004, LE 246231; ПП гора Маура, ельник хвощовый, на почве, 13 10 2005, LE 246230 (Кириллова, 2006б).

*T. stans* (Fr.) Sacc. — ПП Сандырева гора, сев.-вост. склон, ельник молодой разнотравный с можжевельником и сосной, на почве, около елей на опушке вместе с *T. vaccinum*, 13 10 2005, LE 235339 (Кириллова, 2006б).

*T. sudum* (Fr.) Quél. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., березняк вейниково-черничный с сосной и подростом ели, на почве, 06 10 2004, LE 246232; 111-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный брусничный, на почве, 06 10 2004, 04-10-756 (Кириллова, 2006б).

*T. terreum* (Schaeff.) Quél. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., ельник зеленомошный вейниково-брусничный, на почве, 18 09 2004, LE 246233 (Кириллова, 2006б).

*T. vaccinum* (Schaeff.) P. Kumm. — ПП Сандырева гора, сев.-вост. склон, ельник молодой разнотравный с можжевельником и сосной, на почве, около елей на открытом пространстве вместе с *T. stans*, 13 10 2005, LE 246234 (Кириллова, 2006б).

*T. virgatum* (Fr.) P. Kumm. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., березняк вейниково-купеновый с подростом ели, на почве, 18 09 2004, LE 246236 (Кириллова, 2006б).

*Tricholomopsis decora* (Fr.) Singer — ПП Сокольский бор, 99-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с березой зеленомошный черничный, на поваленном стволе сосны, 10 08 2004, LE 246237.

*T. flammula* Métrod — ЛЗ Шалго-Бодуновский лес, 13-й кв. Шалго-Бодуновского лесн., ельник с березой папоротниковый, на поваленном стволе сосны, 22 07 2004, LE 246239.

\**T. rutilans* (Schaeff.) Singer — ПП Сокольский бор, 111-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк зеленомошный брусничный, на почве, около пня, 19 09 2004, LE 246241.

\**Xeromphalina campanella* (Batsch) Maire — ПП Сокольский бор, 100-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк сфагновый голубично-черничный, на поваленном стволе сосны, 10 08 2004, LE 246242.

*X. caudicinalis* (With.) Kühner et Maire — ПП Сокольский бор, 92-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк с елью, березой майниково-баранцово-черничный, на коре и погребенной древесине, 07 07 2004, LE 246134; окрестности дер. Русаново, сосново-березовый лес, на почве, среди опавшей хвои, 20 08 2002, собр. и опр. Е. С. Попов, 02-8-83.

*X. cornui* (Quél.) J. Favre — ПП Сокольский бор, 116-й кв. Ниловицкого лесн., сосняк долгомошный черничный с березой, на подстилке, мелких ветках, среди *Polytrichum* sp., 27 06 2006, LE 246132.

*X. fraxinophila* A. H. Sm. — ПП Сокольский бор, 105-й кв. Ниловицкого лесн., ельник вейниково-костянично-черничный с сосной, березой, осиной и подростом липы, на подстилке, 07 10 2004, LE 246133 (Кириллова, 2007). На территории России это единственная находка. Возможно, вид пропускается при сборах или идентифицируется как *X. caudicinalis* из-за морфологического сходства. Типичным местообитанием являются леса с участием *Fagus*, *Alnus incana*, *Populus tremula*, а субстратом — разложившаяся древесина, мелкие веточки лиственных пород. Реже вид встречается на хвойной древесине, хвойно-лиственной подстилке (Antonin, Noordeloos, 2004).

Автор выражает искреннюю благодарность за предоставленные материалы Е. С. Попову, а также Л. В. Гарибовой, Т. Ю. Светашевой, О. В. Морозовой, А. Е. Коваленко, П. Ю. Колмакову за помощь в определении грибов, подборе литературы и консультации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кириллова О. С. Агарикоидные грибы национального парка «Русский Север» (Вологодская область). I // Микология и фитопатология, 2006а. Т. 40, вып. 5. С. 377—386.

Кириллова О. С. Род *Tricholoma* в национальном парке «Русский Север» // Грибы и водоросли в биоценозах — 2006 / Матер. Междунар. конф. М., 2006б. С. 73—74.

Кириллова О. С. Редкие виды агарикоидных базидиомицетов национального парка «Русский Север» // Материалы ежегодных смотров-сессий аспирантов и молодых ученых по отраслям наук: Естественные и физико-математические науки. Вологда, 2007. С. 16—20.

Коткова В. М., Морозова О. В., Попов Е. С. Грибы (макромицеты) // Природа Елагина острова. СПб.: Голанд, 2007. С. 68—74.

Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.

Красная книга природы Ленинградской области. Т. 2: Растения и грибы. СПб., 2001. 676 с.

Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. М.: Изд-во ДИК, 1998. 528 с.

Кутова Т. Н. Шляпочные грибы Дарвинского заповедника // Тр. Дарвинского гос. заповедника. 1957. Вып. 4. С. 467—480.

Antonin V. A monograph of *Marasmius*, *Collybia* and related genera in Europe: I. *Marasmius*, *Setulipes* and *Marasmiellus* / Eds V. Antonin, M. E. Noordeloos. Eching: IHW-Verlag, 1993. 229 p.

Antonin V., Noordeloos M. E. A monograph of the genera *Hemimycena*, *Delicatula*, *Fayodia*, *Gamundia*, *Muxomphalia*, *Resinomycena*, *Rickenella* and *Xeromphalina* (Tribus *Mycenae* sensu

Singer, *Mycena* excluded) in Europe / Eds V. Antonin, M. E. Noordeloos. Eching: IHW-Verlag, 2004. 280 p.

Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C., Pegler D. N. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 8th ed. CAB International, 1995. 616 p.

Kirk P. M., Ansell A. E. Authors of Fungal Names. IMI, CAB International, 1992. 95 p.

ГОУ ВПО «Вологодский государственный  
педагогический университет»  
olkyr@yandex.ru

Поступила 2 XII 2008

## РЕЗЮМЕ

В работе представлены сведения о 111 видах семейства *Tricholomataceae*, зарегистрированных в национальном парке «Русский Север» (Вологодская обл.), из которых 76 видов отмечаются впервые для Вологодской обл. Редкими для исследуемой территории являются следующие виды: *Marasmius setosus*, *Tricholoma aurantium*, *Xeromphalina fraxinophila*, *Marasmius limosus*, *Mycena cyanorrhiza*, *Lepista nuda*. Часть из них охраняется в некоторых северных регионах европейской части России.

Ключевые слова: агариковые грибы, биоразнообразие, редкие виды.

## SUMMARY

Data on 111 species of *Tricholomataceae*, which had been recorded in the National Park «Russky Sever» (Vologda Region) are presented. 76 species are reported for Vologda Region for the first time. *Marasmius setosus*, *Tricholoma aurantium*, *Xeromphalina fraxinophila*, *Marasmius limosus*, *Mycena cyanorrhiza*, *Lepista nuda* are rare in the territory. Some of this species are protected in several northern regions of the European part of Russia.

Key words: agaricoid fungi, biodiversity, rare species.

УДК 582.284.99 (471.11)

© В. М. Коткова

**АФИЛЛОФОРОВЫЕ ГРИБЫ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ БАССЕЙНА  
РЕКИ ЮРАС (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)**KOTKOVA V. M. APHYLLOPHORACEOUS FUNGI IN FOREST ECOSYSTEMS  
OF YURAS RIVER BASIN (ARKHANGELSK REGION)

Архангельская обл. относится к одному из наименее изученных в микологическом плане регионов Севера европейской части России. Несмотря на усилившиеся в последние годы исследования микобиоты области (Руоколайнен, Коткова, 2004; Ежов и др., 2007, 2008; Руоколайнен, 2008, и др.), в настоящее время по опубликованным данным здесь выявлено всего около 250 видов афиллофоровых грибов.

Продолжая изучение микобиоты региона в рамках комплексной экспедиции Всемирного фонда природы, автор статьи в период 5—12 августа 2008 г. провел обследование лесного массива бассейна р. Юрас с целью выявления видового разнообразия афиллофоровых грибов. Данная территория расположена на границе средне- и северотаежных подзон в пределах североевропейской таежной провинции (Лавренко, Исаченко, 1976). Исследования проводились преимущественно маршрутным методом в старовозрастных хвойных лесах в пределах 63°19'48"—23'54" с. ш. и 44°12'21"—17'29" в. д. Были обследованы еловые леса 140—200-летнего возраста: долгомошные (древостой, сложенный преимущественно *Picea obovata* с примесью *Betula pubescens*), травяные (*Picea obovata* с примесью *Betula pubescens* и *Salix* spp.), черничные (*Picea obovata* с *Pinus sylvestris* во втором ярусе и примесью *Populus tremula* и *Betula pubescens*) и кисличные (*Picea obovata* с примесью *Betula pubescens*); сосновые леса 140—170-летнего возраста: черничные (древостой, сложенный преимущественно *Pinus sylvestris* с *Picea obovata* во втором ярусе и примесью *Populus tremula* и *Betula pubescens*) и брусничные (*Pinus sylvestris* с редкой примесью *Betula pubescens*), а также лиственнице-сосняки бруснично-зеленомошные (*Pinus sylvestris* с *Larix sibirica*) и осинники мелкопапоротниково-черничные (*Populus tremula* с *Picea obovata* во втором ярусе и примесью *Betula pubescens*). Кроме того, были также обследованы прибрежные лиственные леса. Характерной особенностью всех обследованных лесов является разновозрастность древостоя и наличие большого количества мертвой древесины, находящейся на разных стадиях разложения.

В результате проведенных исследований на территории было выявлено 189 видов афиллофоровых грибов, относящихся к 93 родам. Из них 103 вида указываются впервые для Пинежского района, 57 видов — впервые для Архангельской обл., в том числе 2 вида — *Phlebia subserialis* и *Tomentella lateritia* — отмечены впервые на территории Севера европейской части России. Для редкого таежного вида *Dichomitus albidofuscus* на обследованной территории выявлено второе местонахождение в европейской части России (Коткова, Исаева, 2007).

Ниже следует расположенный в алфавитном порядке аннотированный список видов афиллофоровых грибов, выявленных в различных типах леса бассейна р. Юрас.

Помимо субстрата для каждого вида указываются типы леса, где он был выявлен, встречаемость (редко — 1—2 находки, нередко — 3—9 находок, часто — 10 и более находок), а также для видов, образцы которых гербаризированы, приводятся номера в Микологическом гербарии БИН РАН (LE). Одной звездочкой отмечены виды, указанные впервые для Пинежского района, двумя — для Архангельской обл., тремя — для Севера европейской части России.

\**Albatrellus confluens* (Alb. et Schwein. : Fr.) Kotl. et Pouzar — на почве в сосняке черничном, редко, LE 257260.

\**A. ovinus* (Schaeff. : Fr.) Kotl. et Pouzar — на почве в ельнике долгомошном, редко, LE 257261.

\**Amphinema byssoides* (Pers. : Fr.) J. Erikss. — на гнилых валежных стволах и ветвях березы, осины, ели и можжевельника в ельниках долгомошных, травяных и черничных и сосняках черничных, нередко, LE 257262, LE 257263.

\**Amylocorticium subincarnatum* (Peck) Pouzar — на валежных стволах ели в ельнике долгомошном и черничном, редко, LE 257264.

*Amylocystis lapponica* (Romell) Bondartsev et Singer — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, нередко, LE 257265, LE 257266.

*Amylostereum chailletii* (Pers. : Fr.) Boidin — на корнях валежного ствола ели в ельнике кисличном, редко, LE 257267.

*Antrodia serialis* (Fr.) Donk — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, часто, LE 257268.

\**A. sinuosa* (Fr.) P. Karst. — на валежных стволах ели и сосны в ельниках долгомошных, травяных и черничных, сосняках черничных и брусничных и лиственнице-сосняках брусничных, часто.

*A. xantha* (Fr. : Fr.) Ryvarde — на валежных стволах сосны в сосняках черничных и брусничных и лиственнице-сосняках брусничных, нередко, LE 257269.

\**Antrodiella citrinella* Niemelä et Ryvarde — на валежном стволе ели в ельнике кисличном, редко, LE 257270.

\**Aporpium caryae* (Schwein.) Teixeira et D. P. Rogers — на валежных стволах березы и осины в сосняках черничных, редко, LE 257271, LE 257272.

*Asterodon ferruginosus* Pat. — на гнилом валежном стволе осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257274.

\*\**Athelia decipiens* (Höhn. et Litsch.) J. Erikss. — на гнилом валеже сосны в сосняке черничном, редко, LE 257275.

\**Auriscalpium vulgare* Gray — на старых опавших шишках сосны, изредка ели в сосняках черничных и брусничных, осинниках мелкопапоротниково-черничных, нередко, LE 257276.

\**Basidioradulum radula* (Fr.) Nobles — на валежных стволах и ветвях осины и ели в ельниках долгомошных и черничных, редко, LE 257277, LE 257278.

*Bjerkandera adusta* (Willd. : Fr.) P. Karst. — на валежных стволах и ветвях осины и березы в ельниках долгомошных и черничных, в осинниках мелкопапоротниково-черничных, а также лиственных лесах, нередко, LE 257279.

\**Botryobasidium laeve* (J. Erikss.) Parmasto — на валежной ветви лиственницы в лиственнице-сосняке бруснично-зеленомошном, редко, LE 257280.

\*\**B. pruinatum* (Bres.) J. Erikss. — на валежном стволе осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257281.

\*\**B. subcoronatum* (Höhn. et Litsch.) Donk — на валеже ели в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, нередко.

\*\**B. vagum* (Berk. et M. A. Curtis) J. Erikss. — на валеже ели, сосны и осины, а также на старых плодовых телах *Phellinus ferrugineofuscus* в ельниках долгомошных, травяных и кисличных, сосняках черничных и брусничных, часто, LE 257282, LE 257283.

\**Cantharellus cibarius* Fr. : Fr. — на почве в смешанных лесах, редко, LE 257284.

- \**Ceraceomyces borealis* (Romell) J. Erikss. et Ryvar den — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных, травяных и черничных, нередко, LE 257285, LE 257286.
- \**C. eludens* K.-H. Larsson — на валежных стволах сосны в сосняках черничных и брусничных, нередко, LE 257287.
- C. serpens* (Tode : Fr.) Ginns — на валежных стволах ели в ельниках травяных и черничных, редко, LE 257288, LE 257289.
- Ceriporia viridans* (Berk. et Broome) Donk — на валежном стволе березы в ельнике травяном, редко, LE 257290.
- \*\**Ceriporiopsis subvermispора* (Pilát) Gilb. et Ryvar den — на валежном стволе сосны в сосняке черничном, редко, LE 257291.
- Cerrena unicolor* (Bull. : Fr.) Murrill — на валежных и сухостойных стволах березы в ельнике долгомошном и смешанных лесах, нередко, LE 257292.
- Chaetoderma luna* (Romell ex D. P. Rogers et H. S. Jacks.) Parmasto — на валежных крупных ветвях сосны в сосняках черничных и брусничных, нередко, LE 257293, LE 257294.
- \*\**Clavariadelphus sacchalinensis* (Imai) Corner — на почве в ельниках черничных, редко, LE 257295, LE 257296.
- \*\**Clavulinopsis corynoides* (Peck) Corner — на песчаной почве вдоль дорог в сосняках черничных, нередко, LE 257297.
- Climacocystis borealis* (Fr.) Kotl. et Pouzar — на пнях и комлях ели в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, нередко, LE 257298.
- Coltricia perennis* (L. : Fr.) Murrill — на песчаной почве вдоль дорог в сосняках черничных и брусничных, нередко.
- \**Conferticium ochraceum* (Fr.) Hallenb. — на валежном стволе ели в ельнике черничном, редко, LE 257299.
- \**Coniophora arida* (Fr.) P. Karst. — на валежных стволах ели и сосны в ельниках кисличных, сосняках черничных и осиннике мелкопапоротниково-черничном, нередко, LE 257300.
- \**C. olivacea* (Fr. : Fr.) P. Karst. — на валежных стволах ели, сосны, березы и осины в ельниках, сосняках черничных и брусничных, часто, LE 257301.
- Corticium polygonioides* P. Karst. — на валежных стволах и ветвях осины в осинниках мелкопапоротниково-черничных, редко, LE 257302.
- C. roseum* Pers. : Fr. — на сухих и валежных ветвях осины и ивы в осинниках мелкопапоротниково-черничных и смешанных лесах, нередко, LE 257303.
- Crustoderma dryinum* (Berk. et M. A. Curtis) Parmasto — на валежных стволах ели, изредка сосны и березы в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных и сосняке брусничном, нередко, LE 257304, LE 257305.
- \**Cylindrobasidium laeve* (Pers.) Chamuris — на валежных ветвях ивы и ольхи в смешанных лесах, редко, LE 257306.
- \*\**Cytidia salicina* (Fr. : Fr.) Burt — на сухих ветвях ивы в прибрежных зарослях ивы, нередко, LE 257307.
- \*\**Datronia mollis* (Sommerf. : Fr.) Donk — на валежных ветвях осины в ельнике черничном, редко, LE 257308.
- \*\**Dichomitus albidofuscus* (Domański) Domański — на валежном стволе ели в ельнике долгомошном, редко, LE 257496.
- D. squalens* (P. Karst.) D. A. Reid — на валежных стволах сосны в сосняках брусничных, редко, LE 257309.
- Dichostereum boreale* (Pouzar) Ginns et M. N. L. Lefebvre — на валежных стволах ели, изредка сосны и осины в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, сосняке черничном и осиннике мелкопапоротниково-черничном, часто, LE 257310, LE 257311.
- \**Diplomitoporus flavescens* (Bres.) Ryvar den — на валежных стволах сосны в сосняках брусничных, редко, LE 257312.
- Fomes fomentarius* (L. : Fr.) Fr. — на сухостойных и валежных стволах березы во всех типах леса с присутствием данной древесной породы, часто, LE 257313.



- Fomitopsis pinicola* (Sw. : Fr.) P. Karst. — на сухостойных и валежных стволах ели и сосны во всех обследованных еловых и сосновых лесах, часто, LE 257314.
- F. rosea* (Alb. et Schwein. : Fr.) P. Karst. — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, сосняке черничном и осиннике мелкопапоротниково-черничном, часто, LE 257315.
- Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. — на валежных стволах осины в ельниках черничных и смешанных лесах, нередко, LE 257316.
- \*\**Gloeocystidiellum convolvens* (P. Karst.) Donk — на валежных стволах и ветвях осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257317.
- \*\**G. leucoxanthum* (Bres.) Boidin — на сухих и валежных ветвях ивы в смешанных лесах, редко, LE 257318, LE 257319.
- \**G. luridum* (Bres.) Boidin — на валежном стволе осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257320.
- \**G. porosum* (Berk. et M. A. Curtis) Donk — на валежном стволе березы в ельнике черничном, редко, LE 257321.
- \**Gloeophyllum odoratum* (Wulfen : Fr.) Imazeki — на пнях ели в ельниках травяном и черничном, редко, LE 257322.
- G. sepiarium* (Wulfen : Fr.) P. Karst. — на валежных стволах ели и сосны в ельниках травяных, черничных и кисличных и сосняках черничных, нередко, LE 257323.
- Gloeoporus dichrous* (Fr. : Fr.) Bres. — на валежных стволах березы в сосняках черничных, редко, LE 257324.
- G. pannocinctus* (Romell) J. Erikss. — на валежных стволах березы в ельнике долгомошном и сосняке черничном, редко, LE 257325, LE 257326.
- \*\**Gloiodon strigosus* (Schwein. : Fr.) P. Karst. — на валежном стволе осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко.
- \**Hapalopilus rutilans* (Pers. : Fr.) P. Karst. — на валежных стволах березы в ельниках долгомошных, редко, LE 257327.
- \*\**Henningsomyces candidus* (Pers. : Fr.) Kuntze — на валежных стволах березы в ельнике долгомошном и осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257328, LE 257329.
- Hericum coralloides* (Scop. : Fr.) Pers. — на валежном стволе березы в сосняке черничном, редко, LE 257330.
- Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. — на валежных стволах ели в ельниках травяных и черничных, нередко, LE 257331.
- \**Hydnellum ferrugineum* (Fr. : Fr.) P. Karst. — на почве в сосняках черничных, редко.
- Hydnum repandum* L. : Fr. — на почве в ельниках долгомошных и черничных, сосняках черничных, нередко, LE 257332.
- \*\**Hymenochaete corrugata* (Fr.) Lév. — на сухостое ольхи в смешанном лесу, редко, LE 257333.
- H. tabacina* (Fr.) Lév. — на сухих ветвях ивы в смешанном лесу, редко, LE 257334.
- \*\**Hyphoderma argillaceum* (Bres.) Donk — на гнилом валеже ели и сосны в ельнике черничном и сосняке брусничном, редко, LE 257335, LE 257336.
- \**H. praetermissum* (P. Karst.) J. Erikss. et Å. Strid — на валежных стволах ели и березы в ельниках травяных и черничных, нередко, LE 257337, LE 257338.
- \**H. setigerum* (Fr. : Fr.) Donk — на валежных ветвях и стволах березы, осины, изредка ели в ельниках и сосняках черничных, нередко, LE 257339, LE 257340, LE 257341.
- \*\**Hyphodontia alienata* (S. Lundell) J. Erikss. — на валежном стволе ели в ельнике травяном, редко, LE 257342.
- \*\**H. alutacea* (Fr.) J. Erikss. — на валежном стволе ели в сосняке черничном, редко, LE 257343.
- \*\**H. arguta* (Fr. : Fr.) J. Erikss. — на валежном стволе ели в ельнике черничном, редко, LE 257344.
- H. aspera* (Fr.) J. Erikss. — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных и травяных, редко, LE 257345, LE 257346.

*H. barba-jovis* (Bull. : Fr.) J. Erikss. — на валежном стволе березы и старых плодовых телах *Fomes fomentarius* в сосняке черничном, редко, LE 257347.

\**H. breviseta* (P. Karst.) J. Erikss. — на валежных стволах ели и сосны в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, сосняках черничных и брусничных, часто, LE 257348, LE 257349, LE 257350.

*H. pallidula* (Bres.) J. Erikss. — на валежных стволах ели и осины в ельниках долгомошных и травяных и осиннике мелкопапоротниково-черничном, нередко, LE 257351, LE 257352, LE 257353.

\**H. subalutacea* (P. Karst.) J. Erikss. — на валежных стволах ели в ельнике кисличном, редко, LE 257354.

\**Hypochniciellum cremeoisabellinum* (Litsch.) Hjortstam — на валежном стволе ели в ельнике черничном, редко, LE 257355.

\*\**Hypochnicium eichleri* (Bres.) J. Erikss. et Ryvarde — на валежных стволах сосны и ели в сосняках черничных и брусничных и ельнике кисличном, нередко, LE 257356, LE 257357.

*Inonotus obliquus* (Pers. : Fr.) Pilát — на живых (стерильная форма) и сухостойных стволах березы в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, сосняках черничных, осиннике мелкопапоротниково-черничном, нередко.

*I. rheades* (Pers.) Bondartsev et Singer — на валежном стволе осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко.

\*\**Junghuhnia lacera* (P. Karst.) Niemelä et Kinnunen — на гнилом валеже осины в ельнике черничном, редко, LE 257358.

\**J. luteoalba* (P. Karst.) Ryvarde — на валежных стволах ели и сосны в ельниках кисличных и сосняках брусничных, нередко, LE 257359, LE 257360, LE 257361.

*Lenzites betulinus* (L. : Fr.) Fr. — на валежном стволе березы в ельнике травяном, редко.

*Leptoporus mollis* (Pers. : Fr.) Pilát — на валежных стволах ели в ельниках долгомошном и черничном, редко, LE 257362.

\*\**Leptosporomyces galzinii* (Bourdot) Jülich — на гнилом валежном стволе ели в ельнике травяном, редко, LE 257363.

*Meruliopsis taxicola* (Pers. : Fr.) Bondartsev — на валежном стволе ели в ельнике черничном, редко, LE 257364.

*Merulius tremellosus* Schrad. : Fr. — на валежном стволе березы в ельнике долгомошном, редко, LE 257365.

*Metulodontia nivea* (P. Karst.) Parmasto — на валежном стволе ели в ельнике черничном, редко, LE 257366.

\*\**Mucronella flava* Corner — на гнилом валежном стволе сосны в сосняке брусничном, редко, LE 257367.

*Mycocacia fuscoatra* (Fr. : Fr.) Donk — на валежном стволе березы в ельнике черничном, редко, LE 257368.

\*\**Odonticium romellii* (S. Lundell) Parmasto — на валежном стволе сосны в сосняке черничном, редко, LE 257369.

*Oligoporus fragilis* (Fr.) Gilb. et Ryvarde — на валежных стволах ели и сосны в ельнике травяном и сосняках черничных, нередко, LE 257370.

\**O. leucomallellus* (Murrill) Gilb. et Ryvarde — на валежных стволах ели в ельниках черничном и травяном, редко, LE 257371, LE 257372.

*O. stipticus* (Pers.: Fr.) Gilb. et Ryvarde — на валежных стволах ели в ельниках травяных и черничных, нередко.

*O. tephroleucus* (Fr.) Gilb. et Ryvarde — на валежных стволах березы в ельниках черничных, редко.

*Onnia leporina* (Fr.) H. Jahn — на комлях ели в ельниках долгомошном и черничном, редко, LE 257373.

*Oxyporus corticola* (Fr.) Ryvarde — на валежных стволах осины в ельниках и сосняках черничных и осинниках мелкопапоротниково-черничных, нередко, LE 257374, LE 257375.

\*\**Peniophora cinerea* (Pers. : Fr.) Cooke — на валежных ветвях осины в осинниках мелкопапоротниково-черничных, редко, LE 257376.

\**P. incarnata* (Pers. : Fr.) P. Karst. — на валежных ветвях осины в ельниках черничных и осинниках мелкопапоротниково-черничных, нередко, LE 257377.

*P. polygonia* (Pers. : Fr.) Bourdot et Galzin — на валежных ветвях осины в ельниках черничных и осинниках мелкопапоротниково-черничных, нередко, LE 257378.

*P. rufa* (Fr.) Voidin — на валежных ветвях осины в осинниках мелкопапоротниково-черничных, редко, LE 257379.

*Perenniporia subacida* (Peck) Donk — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных, черничных и кисличных, нередко, LE 257380, LE 257381, LE 257382.

\*\**Phanerochaete galactites* (Bourdot et Galzin) J. Erikss. et Ryvarden — на валежной ветви лиственницы в лиственнице-сосняке бруснично-зеленомошном, редко, LE 257383.

*Ph. laevis* (Pers. : Fr.) J. Erikss. et Ryvarden — на валежных стволах и ветвях осины и березы в ельниках черничных, осинниках мелкопапоротниково-черничных и смешанном лесу, нередко.

\**Ph. sanguinea* (Fr. : Fr.) Pouzar — на гнилых валежных стволах сосны в сосняках черничных и брусничных, ельнике черничном, лиственнице-сосняке бруснично-зеленомошном, нередко, LE 257384.

*Ph. sordida* (P. Karst.) J. Erikss. et Ryvarden — на валежных стволах ели, осины и можжевельника в ельниках долгомошных и кисличных, сосняках черничных и осиннике мелкопапоротниково-черничном, нередко, LE 257385, LE 257386.

\*\**Ph. tuberculata* (P. Karst.) Parmasto — на валежном стволе ивы в смешанном лесу, редко, LE 257387.

*Ph. velutina* (DC. : Fr.) P. Karst. — на валежном стволе березы в сосняке черничном, редко, LE 257388.

*Phellinus alni* (Bondartsev) Parmasto — на стволе живой ольхи в смешанном лесу, редко, LE 257389.

*Ph. chrysoloma* (Pers. : Fr.) Donk — на сухостойных и валежных, изредка живых стволах ели в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, сосняках черничных и осинниках мелкопапоротниково-черничных, нередко, LE 257390.

*Ph. conchatus* (Pers. : Fr.) Quél. — на сухостойных стволах ивы козьей в ельнике травяном, редко, LE 257391.

*Ph. ferrugineofuscus* (P. Karst.) Bourdot et Galzin — на валежных стволах ели, изредка осины в ельниках долгомошных, травяных и черничных и осиннике мелкопапоротниково-черничном, нередко, LE 257392.

*Ph. igniarius* (L. : Fr.) Quél. — на живых стволах ивы в ельнике долгомошном и смешанном лесу, нередко.

*Ph. laevigatus* (P. Karst.) Bourdot et Galzin — на валежных стволах березы в ельниках долгомошных и черничных, сосняках черничных, нередко, LE 257393.

*Ph. lundellii* Niemelä — на пнях и валежных стволах березы в сосняках и ельниках черничных, редко.

*Ph. nigricans* (Fr.) P. Karst. — на живых стволах березы в сосняках и ельниках черничных, нередко.

*Ph. nigrolimitatus* (Romell) Bourdot et Galzin — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных и травяных, нередко, LE 257394.

*Ph. pini* (Brot. : Fr.) A. Ames — на живых стволах сосны в сосняках черничных и брусничных, редко.

*Ph. populicola* Niemelä — на живом стволе осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко.

*Ph. tremulae* (Bondartsev) Bondartsev et Borissov — на живых стволах осины в ельниках и сосняках черничных, осинниках мелкопапоротниково-черничных, часто.

*Ph. viticola* (Schwein. in Fr.) Donk — на валежных стволах ели, изредка сосны в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, сосняке черничном и лиственнице-сосняке бруснично-зеленомошном, нередко, LE 257395.

*Phlebia centrifuga* P. Karst. — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных, черничных и кисличных, осинниках мелкопапоротниково-черничных, нередко, LE 257396, LE 257397.

\*\**Ph. cretacea* (Bourdot et Galzin) J. Erikss. et Hjortstam — на валежных стволах сосны в сосняках черничных, редко, LE 257398, LE 257399.

\**Ph. lilascens* (Bourdot) J. Erikss. et Hjortstam — на валежном стволе сосны в сосняке брусничном, редко, LE 257400.

\*\**Ph. rufa* (Pers. : Fr.) M. P. Christ. — на валежном стволе осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257401.

\**Ph. segregata* (Bourdot et Galzin) Parmasto — на валежной ветви сосны в сосняке брусничном, редко, LE 257402.

*Ph. subochracea* (Bres.) J. Erikss. et Ryvar den — на валежном стволе ели в ельнике кисличном, редко, LE 257403.

\*\*\**Ph. subserialis* (Bourdot et Galzin) Donk — на валежном стволе осины в ельнике черничном, редко, LE 257404.

\*\**Phlebiella pseudotsugae* (Burt) K. H. Larss. et Hjortstam — на валежных стволах ели в ельниках черничных, редко, LE 257405.

*Ph. sulphurea* (Pers. : Fr.) Ginns et Lefebvre — на гнилых валежных стволах ели, сосны, осины и березы, изредка на старых плодовых телах *Phellinus ferrugineofuscus* в ельниках долгомошных и кисличных, сосняках черничных и брусничных, осиннике мелкопапоротниково-черничном, часто, LE 257406.

\*\**Ph. tulasnelloidea* (Höhn. et Litsch.) Oberw. — на гнилом валежном стволе ели в ельнике черничном, редко, LE 257407.

*Phlebiopsis gigantea* (Fr. : Fr.) Jülich — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных, травяных и черничных, нередко, LE 257408, LE 257409.

\*\**Ph. ravenelii* (Cooke) Hjortstam — на валежной ветви осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257410.

\*\**Piloderma byssinum* (P. Karst.) Jülich — на валежной ветви сосны в сосняке черничном, редко, LE 257411.

\*\**P. fallax* (Lib.) Stalpers — на нижней стороне гнилых валежных стволов ели, сосны и березы в ельниках долгомошных, черничных и кисличных, сосняках черничных и брусничных, лиственнице-сосняках бруснично-зеленомошных, часто, LE 257412.

*Piptoporus betulinus* (Bull. : Fr.) P. Karst. — на валежных стволах и ветвях березы в ельниках долгомошных, травяных и черничных, сосняках черничных и осинниках мелкопапоротниково-черничных, часто.

*Polyporus varius* Fr. — на валежных стволах осины и березы в ельнике долгомошном и осинниках мелкопапоротниково-черничных, нередко, LE 257413.

*Punctularia strigosozonata* (Schwein.) P. H. B. Talbot — на сухостойных и валежных стволах осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко.

*Psynoporellus fulgens* (Fr.) Donk — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, нередко, LE 257414.

*Psynoporus cinnabarinus* (Jacq. : Fr.) P. Karst. — на валежном стволе черемухи в смешанном лесу, редко.

\*\**Resinicium bicolor* (Alb. et Schwein. : Fr.) Parmasto — на валежных стволах ели, сосны и лиственницы в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, сосняках брусничных и лиственнице-сосняке бруснично-зеленомошном, нередко, LE 257415, LE 257416, LE 257417.

*R. furfuraceum* (Bres.) Parmasto — на валежных стволах ели и сосны в ельниках черничных и кисличных, сосняках черничных и брусничных, часто, LE 257418.

*Rhodonia placenta* (Fr.) Niemelä, K. H. Larss. et Schigel — на валежных стволах сосны и ели в сосняке брусничном, ельнике долгомошном, а также на сосновом бревне на мосту, нередко, LE 257419.

\*\**Rigidoporus crocatus* (Pat.) Ryvar den — на валежных стволах березы в ельнике и сосняке черничных, редко, LE 257420, LE 257421.

\*\**Scopuloides hydroides* (Cooke et Masee) Hjortstam et Ryvarde — на валежном стволе березы в ельнике травяном, редко, LE 257422.

\**Scytinostroma galactinum* (Fr.) Donk — на валежных стволах осины и березы в сосняках черничных, редко, LE 257423, LE 257424.

\*\**Sistotrema brinkmannii* (Bres.) J. Erikss. — на валежных стволах осины в сосняке черничном и осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257425, LE 257426.

\*\**S. raduloides* (P. Karst.) Donk — на валежных стволах березы и ели в ельнике долгомошном и в смешанном лесу, редко, LE 257427, LE 257428.

\*\**S. resinocystidium* Hallenb. — на валежных стволах березы и ели, а также на старых плодовых телах *Phellinus nigrolimitatus* в ельнике долгомошном и сосняке черничном, редко, LE 257429, LE 257430.

\**Sistotremastrum suecicum* Litsch. ex J. Erikss. — на валежных стволах сосны и ели в ельнике кисличном и сосняках черничных и брусничных, нередко, LE 257431, LE 257432.

*Skeletocutis amorpha* (Fr. : Fr.) Kotl. et Pouzar — на валежных стволах ели в ельниках долгомошных, черничных и кисличных и сосняках черничных, нередко, LE 257433, LE 257434.

\**S. biguttulata* (Romell) Niemelä — на валежном стволе сосны в сосняке черничном, редко, LE 257402.

\*\**S. brevispora* Niemelä — на валежном стволе ели в ельнике травяном, редко, LE 257436.

\**S. carneogrisea* A. David — на валежном стволе ели в ельнике долгомошном, редко, LE 257437.

\**S. kuehneri* A. David — на валежном стволе ели в ельнике кисличном, редко, LE 257438.

\**S. lenis* (P. Karst.) Niemelä — на валежном стволе ели в ельнике долгомошном, редко, LE 257439.

*S. odora* (Sacc.) Ginns — на валежном стволе ели в ельнике черничном, редко, LE 257440.

\**S. stellae* (Pilát) Domański — на валежных стволах ели, изредка сосны, в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных и сосняке черничном, нередко, LE 257441, LE 257442.

\**S. subincarnata* (Peck) Domański — на валежных стволах ели и сосны в ельнике кисличном и сосняке черничном, редко, LE 257443, LE 257444.

*Steccherinum fimbriatum* (Pers. : Fr.) J. Erikss. — на гнилых валежных стволах осины, березы и ели в ельниках травяных и черничных и осинниках мелкопапоротниково-черничных, нередко, LE 257445, LE 257446.

*Stereum hirsutum* (Willd. : Fr.) Gray — на валежных стволах березы в сосняках черничных, редко.

*S. sanguinolentum* (Alb. et Schwein. : Fr.) Fr. — на гнилых валежных стволах сосны в сосняках черничных и брусничных, а также лиственнице-сосняках бруснично-зеленомошных, нередко.

\*\**Thanatephorus fusisporus* (J. Schröt.) Hauerslev et P. Roberts — на гнилых валежных стволах и ветвях осины, сосны и лиственницы в ельнике черничном, сосняке брусничном и лиственнице-сосняке бруснично-зеленомошном, нередко, LE 257447, LE 257448.

*Thelephora terrestris* Ehrh. : Fr. — на почве, корнях и пнях сосны в сосняках брусничных, нередко, LE 257449, LE 257450.

\*\**Tomentella atramentaria* Rostr. — на валежном стволе осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257451.

\*\**T. cinerascens* (P. Karst.) Höhn. et Litsch. — на валежных стволах березы и осины в ельнике долгомошном и осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257452, LE 257453.

\**T. coerulea* (Bres.) Höhn. et Litsch. — на валежных стволах осины в ельнике черничном и осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257454, LE 257455.

\*\**T. crinalis* (Fr.) M. J. Larsen — на валежном стволе осины в осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257456.

\*\**T. ellisii* (Sacc.) Jülich et Stalpers — на валежных ветвях лиственницы в лиственнице-сосняке бруснично-зеленомошном, редко, LE 257457.

\*\**T. lapida* (Pers.) Stalpers — на валежном стволе можжевельника в ельнике долгомошном, редко, LE 257458.

\*\*\**T. lateritia* Pat. — на валежном стволе сосны в сосняке брусничном, редко, LE 257459.

\*\**T. lilacinogrisea* Wakef. — на валежном стволе березы в ельнике долгомошном, редко, LE 257460.

\**T. stuposa* (Link) Stalpers — на валежных стволах ели и ивы в ельнике кисличном и смешанном лесу, редко, LE 257461, LE 257462.

\**T. sublilacina* (Ellis et Holw.) Wakef. — на валежных стволах березы в ельнике черничном, редко, LE 257463.

\*\**Tomentellopsis echinospora* (Ellis) Hjortstam — на валежном стволе сосны в сосняке черничном, редко, LE 257464.

*Trametes ochracea* (Pers.) Gilb. et Ryvarden — на валежных стволах березы и осины в ельниках травяных и черничных, сосняках черничных и осинниках мелкопапоротниково-черничных, часто, LE 257465.

*T. suaveolens* (L. : Fr.) Fr. — на сухостойном стволе ивы в смешанном прибрежном лесу, редко.

\**Trechispora mollusca* (Pers. : Fr.) Liberta — на валежных стволах осины и ели в ельниках травяном и черничном, редко, LE 257466, LE 257467.

*Trichaptum abietinum* (Dicks. : Fr.) Ryvarden — на валежных стволах ели и сосны в ельниках долгомошных, травяных, черничных и кисличных, сосняках черничных и брусничных, лиственнице-сосняках бруснично-зеленомошных, осинниках мелкопапоротниково-черничных, часто, LE 257468.

*T. fuscoviolaceum* (Ehrenb. : Fr.) Ryvarden — на валежных стволах сосны, ели и лиственницы в ельниках черничных, сосняках брусничных и лиственнице-сосняках бруснично-зеленомошных, нередко, LE 257469.

*T. pargamentum* (Fr.) G. Cunn. — на валежных стволах березы в ельниках черничных, осинниках мелкопапоротниково-черничных и смешанных лесах, нередко, LE 257470, LE 257471.

\*\**Tubulicrinis calothrix* (Pat.) Donk — на валежных стволах ели и осины в ельнике черничном и осиннике мелкопапоротниково-черничном, редко, LE 257472.

\*\**T. gracillimus* (D. P. Rogers et H. S. Jacks.) G. Cunn. — на валежном стволе ивы в смешанном лесу, редко, LE 257473.

\*\**T. strangulatus* K. H. Larss. et Hjortstam — на валежном стволе ели в ельнике черничном, редко, LE 257474.

\*\**T. subulatus* (Bourdot) Donk — на валежных стволах ели и сосны в ельнике кисличном и сосняках черничных и брусничных, нередко, LE 257475, LE 257476.

\*\**Typhula uncialis* (Grev.) Berthier — на сухих стеблях иван-чая в смешанном лесу, редко, LE 257477.

\*\**Tyromyces chioneus* (Fr. : Fr.) P. Karst. — на валежном стволе ольхи в смешанном лесу, редко, LE 257478.

*Veluticeps abietina* (Pers. : Fr.) Hjortstam et Tellería — на валежных стволах ели в ельнике черничном, редко, LE 257479.

Таким образом, в настоящее время на территории бассейна р. Юрас выявлено наибольшее число видов для конкретного лесного массива в Архангельской обл. Так, например, для Кожозерского НП по опубликованным данным известно 177 видов (Руоколайнен, Коткова, 2004; Руоколайнен, 2006, 2008), а для Пинежского заповедника —

132 вида (Ежов и др., 2007, 2008). Наибольшее видовое разнообразие афиллофоровых грибов в изученном лесном массиве отмечено в лесах черничного типа: ельниках — 78 видов и сосняках — 64 вида. Это объясняется не только более богатым породным составом древостоя, но и наиболее оптимальными для развития многих видов грибов условиями влажности. Наименьшим разнообразием характеризуются лиственнице-сосняки бруснично-зеленомошные.

Автор выражает признательность А. Щеголеву за организацию данных исследований, а также проф. Т. Ниемеля (T. Niemelä) за помощь в определении *Dichomitus albidofuscus*.

Работа выполнена при поддержке Всемирного фонда природы и РФФИ (№ 06-04-49524).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ежов О. Н., Ершов Р. В., Змитрович И. В., Косолапов Д. А. Афиллофороидные грибы Пинежского заповедника (Архангельская область) // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42, вып. 5. С. 440—449.

Ежов О. Н., Ершов Р. В., Руоколайнен А. В. Дереворазрушающие грибы Пинежского заповедника (Архангельская область) // Актуальные проблемы экологии / Матер. XIII молодежной научн. конф. Сыктывкар, 2007. С. 83—86.

Коткова В. М., Исаева Л. Г. Первая находка *Dichomitus albidofuscus* (Polyporaceae, Basidiomycetes) в европейской части России // Микология и фитопатология. 2007. Т. 41, вып. 5. С. 425—427.

Лавренко Е. М., Исаченко Т. И. Зональное и провинциальное ботанико-географическое разделение европейской части СССР // Изв. ВГО. 1976. № 6. С. 469—483.

Руоколайнен А. В. Афиллофороидные грибы // Природа и историко-культурное наследие Кожозерья. Архангельск: УрО РАН, 2006. С. 57—75.

Руоколайнен А. В. К изучению афиллофороидных грибов Кожозерского природного парка (Архангельская область) // Современная микология в России. Т. 2: Тез. докл. II съезда микологов России. М., 2008. С. 85.

Руоколайнен А. В., Коткова В. М. Афиллофороидные грибы Кожозерского природного парка (Архангельская область) // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38, вып. 4. С. 34—44.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН  
Санкт-Петербург  
Vera.Kotkova@mail.ru

Поступила 2 XII 2008

#### РЕЗЮМЕ

В различных типах леса лесного массива в бассейне р. Юрас выявлено 189 видов афиллофоровых грибов, из них 57 видов указываются впервые для Архангельской обл., в том числе 2 вида — *Phlebia subserialis* и *Tomentella lateritia* — отмечены впервые на территории Севера европейской части России, *Dichomitus albidofuscus* — второй раз на территории европейской части России. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются старовозрастные ельники и сосняки черничные.

Ключевые слова: афиллофоровые грибы, Архангельская обл., хвойные леса, Север европейской части России.

## SUMMARY

189 species of aphylloraceous fungi are recorded in diverse forest types of Yuras River Basin. 57 species of them were found for the first time for Arkhangelsk Region, and 2 species — *Phlebia subserialis* and *Tomentella lateritia* — are listed for the first time for the North of European part of Russia, *Dichomitus albidofuscus* — for the second time for European part of Russia. Highest species diversity is characteristic of old growth spruce and pine forest of Myrtilus type.

Key words: aphylloraceous fungi, Arkhangelsk Region, coniferous forests, North of European part of Russia.



УДК 582.284.51 : 502.72 (471.13)

© М. А. Паламарчук (Бобрецова)

**АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ  
ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА  
И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ. II. ПРЕДГОРНЫЙ РАЙОН**

PALAMARCHUK (BOBRETSOVA) M. A. AGARICOID BASIDIOMYCETES  
OF THE PECHORO-ILYCH RESERVE AND ADJOINING TERRITORY. II. FOOTHILL AREA

Статья продолжает серию публикаций результатов исследования биоты агарикоидных базидиомицетов Печоро-Илычского заповедника. В предыдущей статье (Бобрецова, 2004) приведен список видов данной группы грибов равнинной части резервата. Представленная работа посвящена анализу биоты агарикоидных базидиомицетов предгорного района заповедника.

Печоро-Илычский заповедник находится в юго-восточной части Республики Коми, на северо-востоке европейской части России, в ее таежной зоне. Территориально он состоит из двух разновеликих участков. Один из них, площадью 15.8 тыс. га, занимает самую восточную окраину Русской равнины, другой (70.5 тыс. га) — часть Уральской горной страны (Северный Урал). В связи с этим природа заповедника очень разнородна. В направлении с запада на восток его территория делится на три ландшафтных района: равнинный, предгорный и горный (Варсановьева, 1932, 1940; Чернов, 1940; Леонтьев, 1963).

В предгорьях по сравнению с равниной климат несколько прохладнее. Среднегодовая температура воздуха  $-1.1$  °С. За год выпадает в среднем 800 мм осадков. Среднемесячная температура января составляет  $-18.5$ , июля —  $16.6$  °С (Бобрецов, Теплова, 2000). Основными типами почв являются глееподзолистые, дерново-карбонатные, горные глееподзолистые и аллювиальные почвы. Локально встречаются довольно большие пятна дерново-карбонатных почв. В хорошо развитых поймах рек представлены аллювиальные (пойменные) почвы (Забоева и др., 1972).

Предгорный район — царство темнохвойной тайги. Древесный ярус этих лесов сложен из нескольких пород: ели, пихты, кедра и березы. Для лесов предгорий Северного Урала характерно развитие мощного мохового покрова, повышенная роль трав по сравнению с кустарничками и широкое распространение своеобразных папоротниковых сообществ. Еловые леса занимают 75.9 % территории (Бобрецов, Теплова, 2000). В древостое чаще всего преобладает *Picea obovata* с постоянной примесью *Abies sibirica* и *Pinus sibirica*. На хорошо дренируемых богатых почвах встречаются пихтово-еловые леса, изредка переходящие в насаждения с преобладанием пихты. Отдельными фрагментами встречаются леса с доминированием кедра в древостое. На водоразделе преобладают леса с зеленомошным покровом. Для плоских водоразделов характерны заболачивающиеся зеленомошно-долгомошные и долгомошно-сфагновые ельники. В верхних частях склонов крупных возвышенностей под пологом еловых и пихтово-еловых лесов развивается высокотравье или доминируют крупные папоротники (Лавренко и др., 1995). Сосна в предгорьях постепенно изреживается с за-

**Ведущие по числу видов семейства агарикоидных базидиомицетов  
в предгорном и равнинном ландшафтных районах Печоро-Илычского заповедника**

Семейство	Предгорный район		Равнинный район	
	ранг	число видов	ранг	число видов
<i>Cortinariaceae</i>	1	58	2	57
<i>Tricholomataceae</i>	2	48	1	61
<i>Russulaceae</i>	3	26	3	26
<i>Boletaceae</i>	4	12	4	14
<i>Strophariaceae</i>	5	11	5	9
<i>Pluteaceae</i>	6	6	11	4
<i>Amanitaceae</i>	7—8	4	6—7	7
<i>Entolomataceae</i>	7—8	4	8—9	6
<i>Agaricaceae</i>	9—14	3	6—7	7
<i>Bolbitiaceae</i>	9—14	3	8—9	6
<i>Hygrophoraceae</i>	9—14	3	10	5
Количество видов в трех ведущих семействах, %		68.7		64.9

пада на восток. Большие площади занимают вторичные мелколиственные леса, среди которых преобладают разновозрастные березняки, доля которых достигает почти 16 % лесопокрытой площади (Бобрецов, Теплова, 2000). Практически все мелколиственные леса имеют пирогенное происхождение (Лавренко и др., 1995). В долинах рек хорошо развита луговая растительность, представленная в основном высокотравьем.

К настоящему времени на территории Печоро-Илычского заповедника выявлено 326 видов и внутривидовых таксонов агарикоидных базидиомицетов, которые относятся к 77 родам, 20 семействам и 5 порядкам. В предгорном районе заповедника выявлено 192 вида и внутривидовых таксона из 53 родов, 18 семейств и 5 порядков. Ведущими семействами являются *Cortinariaceae*, *Tricholomataceae*, *Russulaceae*, *Boletaceae*, *Strophariaceae*, *Pluteaceae* (табл. 1). Остальные содержат менее 5 видов. На первые три семейства приходится 69 % от общего видового разнообразия. Главенствующее их положение в микобиоте агарикоидных базидиомицетов характерно для всей лесной зоны Голарктики (Столярская, 1998; Перова, Горбунова, 2001; Морозова, 2002). Замечено, что доля этих семейств увеличивается с продвижением с юга на север (Иванов, 1983; Булах, 1984; Морозова, 2002). Подобную закономерность мы наблюдаем в заповеднике при продвижении от равнины к горам (от 65 % в равнинном до 70 % в горном районе). Невысокая численность семейств *Amanitaceae* (2.0 % от общего числа видов), *Agaricaceae* (1.6 %) и *Hygrophoraceae* (1.6 %) указывает на бореальный характер изученной биоты (Каламэс, 1975; Перова, Горбунова, 2001). В предгорном районе относительно велика доля семейства *Pluteaceae* (4.2 % от общего количества видов), высокое разнообразие которого характерно для неморальной микобиоты. В нашем случае это можно объяснить повышенной влажностью западных склонов Северного Урала и преобладанием на исследуемой территории старовозрастных лесов, богатых валежом.

Ведущими по числу видов родами являются *Cortinarius*, *Mycena*, *Lactarius*, *Inocybe*, *Russula*, *Galerina*, *Collybia*, *Pluteus*, *Leccinum*, *Suillus* (табл. 2). Особенностью исследуемой территории является высокое видовое разнообразие рода *Inocybe* (7.5 % от общего видового состава), что, возможно, связано с богатством почв этого района.

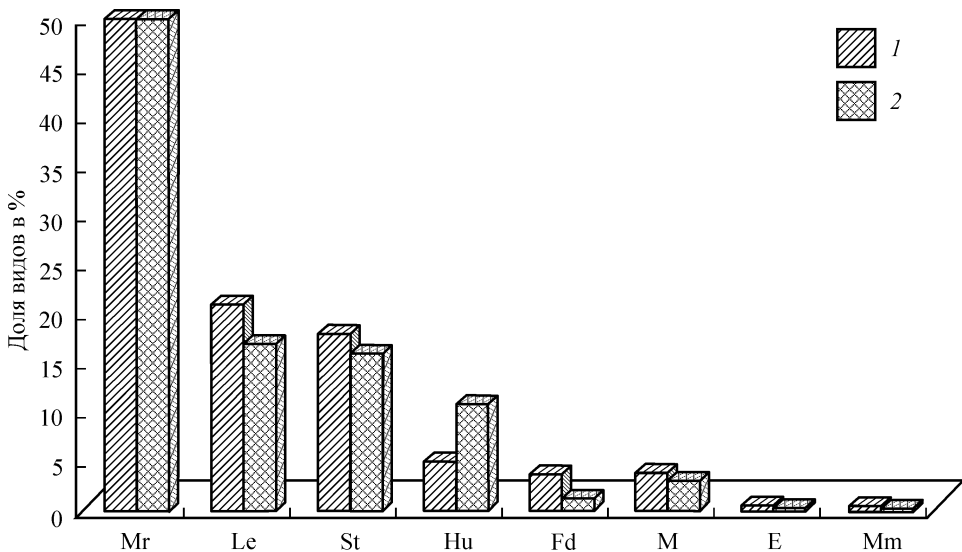
Эколого-трофический анализ изученной микобиоты показал, что наибольшее количество видов (95, или 49 % от общего числа видов), как и в равнинном районе, явля-

Ведущие по числу видов роды агарикоидных базидиомицетов  
в предгорном и равнинном ландшафтных районах  
Печоро-Илычского заповедника

Род	Предгорный район		Равнинный район	
	ранг	число видов	ранг	число видов
<i>Cortinarius</i>	1	29	1	37
<i>Mycena</i>	2—3	14	2	16
<i>Lactarius</i>	2—3	14	3—4	13
<i>Inocybe</i>	4	13	16—20	3
<i>Russula</i>	5	12	3—4	13
<i>Galerina</i>	6	8	5—7	7
<i>Collybia</i>	7—8	6	8—9	6
<i>Pluteus</i>	7—8	6	13—15	4
<i>Leccinum</i>	9—10	5	10—12	5
<i>Suillus</i>	9—10	5	8—9	6
<i>Amanita</i>	11—12	4	5—7	7
<i>Clitocybe</i>	13—18	3	5—7	7
<i>Entoloma</i>	19—32	2	10—12	5
<i>Conocybe</i>	13—17	3	10—12	5

ются микоризообразователями (см. рисунок). Это в основном представители семейств *Cortinariaceae* (45 видов), *Russulaceae* (26) и *Boletaceae* (12) и родов *Cortinarius* (29), *Inocybe* (13), *Lactarius* (13), *Russula* (12) и *Leccinum* (5 видов).

Широта специализации у разных видов симбиотрофных грибов различна. В ходе исследований, а также с учетом литературных данных отмечено, что 36 % микоризо-



Распределение видов агарикоидных базидиомицетов предгорного (1) и равнинного (2) ландшафтных районов по эколого-трофическим группам.

Mr — микоризообразователи, Le — ксилотрофы, St — подстилочные сапротрофы, Hu — гумусовые сапротрофы, Fd — сапротрофы на опале, M — бриотрофы, E — копротрофы, Mm — микотрофы.

образователей вступают в симбиоз с хвойными деревьями, 33 % — с лиственными и 26 % макромицетов не специализированы в отношении древесной породы. Среди хвойных пород больше всего микоризообразователей отмечено у ели (14 видов). Это такие виды, как *Cortinarius sanguineus*, *C. sommerfeltii*, *C. sphagneti*, *Lactarius deterrimus*, *L. lignyotus* и др. Сосновые леса распространены преимущественно в равнинном районе, по мере продвижения к горам эдификаторная роль сосны снижается, что отражается и на уменьшении количества ее симбиотрофов с 19 до 8 видов (*Suillus variegatus*, *Cortinarius fulvescens*, *Rozites caperata* и др.). Снижается также число симбиотрофов лиственницы. В окрестностях кордона Собинская был найден только один вид — *Suillus grevillei*, связанный с этой породой, что обусловлено особенностями распространения лиственницы на территории заповедника. Наиболее многочисленна она в Якшинском участке (равнинный район), где встречается в качестве примеси в сосновых лесах. В бассейне же верхней Печоры лиственница практически отсутствует и указывается только у кордонов Собинская и Шайтановка (Лавренко и др., 1995). Один микоризообразователь (*Suillus placidus*) был обнаружен с кедром. В предгорном районе этот вид отмечается довольно часто, что связано с преобладанием здесь еловых лесов, где кедр нередко встречается в качестве примеси, тогда как в равнинном районе он относительно редок. Один вид (*Lactarius albocarneus*) является микоризообразователем пихты.

Среди лиственных пород больше всего симбиотрофов обнаружено у березы (20 видов). Наиболее обычны в предгорном районе следующие виды: *Cortinarius armillatus*, *Russula xerampelina*, *Amanita fulva*, *Leccinum scabrum* и др. Три вида (*Cortinarius comatus*, *Hebeloma pusillum* и *Lactarius pseudouvidus*) образуют микоризу с ивой. Из видов, не имеющих строгой приуроченности к какой-нибудь древесной породе, здесь встречаются *Laccaria laccata*, *Cortinarius cinnamomeus*, *Lactarius rufus*, *L. trivialis*, *Russula decolorans* и др.

На долю сапротрофов в анализируемой биоте приходится 51 %. Среди них преобладают ксилотрофы (41 вид, или 21 % от общего числа). Наибольшее количество представителей этой группы в семействах *Tricholomataceae* (18 видов), *Strophariaceae* и *Pluteaceae* (по 6 видов). По сравнению с равнинным районом их доля несколько увеличивается (с 17 до 21 %), что связано с преобладанием в этом районе ненарушенных старовозрастных еловых лесов. Здесь обычны *Pluteus cervinus*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Pholiota squarrosoides*, *Tubaria confragosa*, *Pleurotus pulmonarius* и др.

На втором месте по количеству видов среди сапротрофов находятся подстилочные сапротрофы — 34 вида (18 %). Большая их часть относится к семейству *Tricholomataceae* (22 вида). В предгорном районе можно встретить *Cantharellula umbonata*, *Clitocybe clavipes*, *Collybia dryophila*, *Mycena epipterigia*, *M. filopes*, *M. galopus*, *Tubaria conspersa* и другие виды.

По сравнению с равнинным районом значительно снижается доля гумусовых сапротрофов (с 25 до 9 видов), что связано с отсутствием в предгорном районе подходящих субстратов и местообитаний для этой группы грибов. Были собраны следующие виды: *Lepiota clypeolaria*, *Hygrocybe conica*, *Stropharia pseudocyanea*, *Phytoconis ericetorum* и др. Видовое разнообразие сапротрофов опада, наоборот, увеличивается в 2 раза (с 3 до 6 видов). По-видимому, здесь складываются более благоприятные условия для их развития вследствие увеличения увлажнения на данной территории. Из представителей этой группы можно встретить *Crinipellis piceae*, *Marasmiellus ramealis*, *Marasmius androsaceus* и др.

На долю бриотрофов приходится восемь видов (4 %). Довольно часто в этом районе заповедника встречаются *Tephrocybe palustris*, *Hypholoma polytrichi*, *Galerina paludosa* и др. Также был обнаружен один микотроф *Collybia cookei*.

Далее приведен аннотированный список 69 видов агарикоидных базидиомицетов, отмеченных только для предгорного района и соответственно редких для заповедника. Все эти виды являются новыми для исследуемой территории и в целом для Республики Коми. Сборы выполнены в 2000—2004 гг. в бассейне верхнего течения р. Печоры, в предгорном районе Печоро-Илычского заповедника, и часть из них на

территории, непосредственно примыкающей к нему. Образцы хранятся в гербарии Института биологии КНЦ УрО РАН (СҮКО). Таксоны расположены по системе, принятой в «Словаре грибов Айнсворта и Бисби» (Hawksworth et al., 1995). Сокращения авторов даны в соответствии с рекомендациями (Kirk, Ansell, 1992).

Сокращения, принятые в тексте: ПИЗ — Печоро-Илычский заповедник, СТ — сопредельная территория.

Для мест сбора материала приводятся условные обозначения: **1** — окрестности кордона Собинская Заостровка; **2** — окрестности кордона Шежим; **3** — 3 км вверх по р. Печоре от кордона Шежим, урочище «Кременная»; **4** — 6 км вверх по р. Печоре от кордона Шежим, ее левый берег (окрестности стационара Гаревка Левобережная); **5** — 6 км вверх по р. Печоре от кордона Шежим, ее правый берег; **6** — урочище «Лог Иорданского»; **7** — 2 км вниз по р. Печоре от устья р. Большая Порожная, урочище «Строганная доска»; **8** — устье р. Большая Порожная. Звездочкой обозначены новые и редкие для микобиоты России виды.

#### AGARICALES

##### AMANTACEAE

*Amanita battarrae* (Boud.) Bon — СТ, **4**, ельник хвощово-папоротниковый, 01 08 2003, СҮКО 10; 02 08 2004, СҮКО 11.

##### BOLBITACEE

*Conocybe appendiculata* J. E. Lange et Kühner — ПИЗ, **5**, ельник травяной пойменный, 15 08 2003, СҮКО 24.

*C. pygmaeoaffinis* (Fr.) Kühner — СТ, **4**, ельник зеленомошный, около избушки, возле корня ели, поросшего травой, на земле, 09 08 2002, СҮКО 27.

*C. rickenii* (Jul. Schäff.) Kühner — ПИЗ, **5**, ельник травяной пойменный, 15 08 2003, СҮКО 28.

##### COPRINACEE

*Psathyrella obtusata* (Pers. : Fr.) A. H. Sm. — ПИЗ, **2**, осиново-березовый травяной лес, на опаде, 17 08 2003, СҮКО 35.

*P. variata* A. H. Sm. — ПИЗ, **2**, осиново-березовый травяной лес, 05 08 2003, СҮКО 38.

##### ENTOLOMATACEAE

*Clitopilus hobsonii* (Berk. et Broome) P. D. Orton — ПИЗ, **5**, ельник травяной пойменный, на валеже березы, 02 08 2004, СҮКО 39.

##### HYGROPHORACEAE

*Hygrophorus melizeus* (Fr. : Fr.) — ПИЗ, **5**, ельник травяной пойменный, 15 08 2003, СҮКО 54.

##### PLUTEACEAE

*Pluteus leoninus* (Schaeff. : Fr.) P. Kumm. — ПИЗ, **2**, осиново-березовый травяной лес, на валеже березы, 05 08 2003, СҮКО 67.

*P. pellitus* (Pers. : Fr.) P. Kumm. — ПИЗ, 6, ельник травяной, сухостой березы, 1.5 м над землей, 09 08 2001, SYKO 69; там же, березово-еловый травяной лес, 18 08 2003, SYKO 71.

*P. petasatus* (Fr.) Gillet — СТ, 4, ельник зеленомошный, на валеже березы, 30 07 2004, SYKO 72.

#### STROPHARIACEAE

*Pholiota abietis* A. H. Sm. et Hesler — ПИЗ, 5, ельник травяной пойменный, на сухой пихте, 15 08 2003, SYKO 90.

*Ph. mixta* (Fr.) Kuiper et Tjall.-Beuk. — СТ, 3, ельник папоротниково-зеленомошный, 03 08 2004, SYKO 95; 4, ельник папоротниково-зеленомошный, 23 07 2001, SYKO 96.

*Ph. squarrosoides* (Peck) Sacc. — ПИЗ, 6, ельник травяной, на сухостое березы, 09 08 2001, SYKO 98.

*Psilocybe magnivelaris* (Peck) Nøil. — ПИЗ, 5, ельник травяной пойменный, 29 06 2002, SYKO 99.

*Stropharia pseudocyanea* (Desm. : Fr) Morgan — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 17 08 2003, SYKO 472; 5, ельник травяной пойменный, 15 08 2003, SYKO 100.

#### TRICHOLOMATACEAE

*Armillaria cepistipes* Velen. — СТ, 4, ельник зеленомошный, на гнилой древесине, погруженной в опад, 09 08 2002, SYKO 104.

\**Baeospora myriadohylla* (Peck) Singer — СТ, 4, ельник травяной приручьевой, на сильно разложившейся древесине, 27 07 2002, SYKO 106; там же, на тропинке, 04 08 2003, SYKO 107.

Новый для европейской части России вид.

Распространение: Сибирь (Прибайкалье (Петров, 1984), Новосибирская и Томская области (Перова, Горбунова, 2001)), Дальний Восток (Приморский край (Васильева, 1973)). — Европа, Сев. Америка.

*Calocybe fallax* (Sacc.) Redhead et Singer — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, на подстилке, 17 08 2003, SYKO 108.

*Collybia maculata* (Alb. et Schwein. : Fr.) P. Kumm. — СТ, 4, ельник чернично-зеленомошный, 11 08 2002, SYKO 129.

\**Crinipellis piceae* Singer — ПИЗ, 5, ельник травяной пойменный, на хвое, 31 07 2004, SYKO 131.

Новый для Европы вид. Впервые описан Р. Зингером по материалам с Алтая, там же отмечен И. А. Горбуновой (2008).

Распространение: Сибирь, Дальний Восток (Приморский край (Васильева, 1973)). — Центральная Азия (Казахстан (Нам, 1990)), Сев. Америка.

*Laccaria tortilis* (Bolton) Cooke — ПИЗ, 8, берег реки, поросший травой и мхом, 05 08 2004, SYKO 141.

*Melanoleuca strictipes* (P. Karst.) Jul. Schäff. — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 17 08 2003, SYKO 151; луг, 13 08 2002, SYKO 152.

*Mycena maculata* P. Karst. — ПИЗ, 5, ельник травяной пойменный, 15 08 2003, SYKO 174; 03 08 2003, SYKO 175.

*M. simia* Kühner — СТ, 4, ельник травяной приручьевой, 30 07 2004, SYKO 187.

*M. stipata* Maas Geest. et Schwöbel — СТ, 4, ельник зеленомошный сфагновый, на шишке, погруженной в мох, 30 07 2004, SYKO 189.

*M. stylobates* (Pers. : Fr.) P. Kumm. — СТ, 4, ельник зеленомошный, 13 08 2003, SYKO 190.

\**Tricholomopsis ornata* (Fr.) Singer — ПИЗ, 5, ельник травяной пойменный, 08 08 2003, SYKO 208; 15 08 2003, SYKO 209; 02 08 2004, SYKO 210.

Редкий для России вид.

Распространение: европейская часть (Поволжье (Иванов, 1994)), Урал (Степанова, Сирко, 1977), Кавказ (Тибердинский заповедник (Kalamees, Botashov, 2000)), бассейн р. Белой (Сопина, 2002)), Восточная Сибирь (Иркутская обл. (Кутафьева, 1983)). — Европа.

## BOLETALES

*Suillus grevillei* (Klotzsch : Fr.) Singer — ПИЗ, 1, опушка леса, 06 08 2000, SYKO 237.

## CORTINARIALES

### CORTINARIACEAE

*Cortinarius balteatus* (Fr. : Fr.) Fr. — СТ, 4, ельник чернично-зеленомошный, 30 07 2004, SYKO 266.

*C. caninus* (Fr. : Fr.) Fr. — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 07 08 2001, SYKO 270.

*C. fervidus* P. D. Orton — СТ, 3, ельник папоротниково-зеленомошный, 12 08 2003, SYKO 287.

*C. fulvescens* Fr. — СТ, 4, ельник зеленомошно-сфагновый, 30 07 2004, SYKO 290.

*C. gentilis* (Fr. : Fr.) Fr. — СТ, 4, ельник зеленомошный, 13 08 2003, SYKO 291.

*C. jubarinus* Fr. — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 07 08 2001, SYKO 295.

*C. mucifluus* Fr. — ПИЗ, 5, ельник травяной пойменный, 01 08 2000, SYKO 526.

*C. privignoides* Rob. Henry — СТ, 4, ельник чернично-зеленомошный, 10 08 2001, SYKO 504.

*C. rubellus* Cooke — СТ, 4, ельник зеленомошный, 04 08 2003, SYKO 499.

*C. scutulatus* (Fr.) Fr. — СТ, 4, ельник зеленомошный, 11 08 2002, SYKO 391.

*C. stillatitius* Fr. — ПИЗ, 8, осиново-березовый травяной лес, 03 08 2002, SYKO 314; СТ, 3, ельник папоротниково-хвощовый, 01 08 2003, SYKO 315; 4, ельник зеленомошно-сфагновый, 30 07 2004, SYKO 316.

*Galerina allospora* A. H. Sm. et Singer — СТ, 4, ельник чернично-зеленомошный, 27 06 2002, SYKO 486.

*G. jaarii* A. H. Sm. et Singer — ПИЗ, 8, берег реки, поросший травой и мхом, 05 08 2004, SYKO 334.

*G. josserandii* Kühner — СТ, 4, ельник чернично-зеленомошный, на ветвях ели, погруженных в мох, 24 07 2002, SYKO 335.

*G. pseudomycenopsis* Pilát — СТ, 8, берег реки, поросший травой и мхом, 50 см от воды, 05 08 2004, SYKO 337.

*Hebeloma pusillum* J. E. Lange — СТ, 8, берег реки, поросший мхом и травой, под ивами, 05 08 2004, SYKO 497.

*Inocybe albovelutipes* Stangl — ПИЗ, 6, возле Туфовой пещеры, ельник травяно-зеленомошный, среди камней, 09 08 2001, SYKO 352.

*I. dulcamara* (Alb. et Schwein. : Pers.) P. Kumm. var. *dulcamara* — ПИЗ, 6, возле пещеры, между камнями на песке, 09 08 2001, SYKO 501; 25 07 2002, SYKO 354; СТ, 4, ельник травяной приручьевой, 13 08 2003, SYKO 353.

*I. maculata* Boud. — ПИЗ, 5, ельник травяной пойменный, 15 08 2003, SYKO 366.

*I. narpipes* J. E. Lange — ПИЗ, 5, ельник травяной пойменный, 03 08 2003, SYKO 490; СТ, 4, ельник зеленомошный, 01 08 2003, SYKO 370; 04 08 2003, SYKO 371; там же, ельник травяной приручьевой, 04 08 2003, SYKO 369.

*I. petiginosa* (Fr. : Fr.) Gillet — СТ, 4, ельник приручьевой, на почве, 10 08 2002, SYKO 377.

\**I. quietiodor* Bon — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 05 08 2003, SYKO 378.

Редкий для России вид.

Распространение: европейская часть России (Московская (Левицкая, 1998), Самарская (Малышева, Малышева, 2007), Пензенская (Нездоймино, 1996) области). — Европа.

*I. rimosa* (Bull. : Fr.) P. Kumm. — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 07 08 2001, SYKO 382; 07 08 2001, SYKO 383; 13 08 2002, SYKO 380; 6, березово-еловый травяной лес, 18 08 2003, SYKO 381; СТ, 4, берег реки, 26 07 2002, SYKO 379.

*I. sapinea* Velen. — СТ, 4, ельник травяной приручевой, 10 08 2003, SYKO 384.

*Flammulaster limulata* (Fr. ex Weinm.) Watling — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, на валеже, 17 08 2003, SYKO 319; 8 км вверх по р. Печоре от кордона Шеджим, березово-еловый травяной лес, на валеже, 16 08 2003, SYKO 320.

\**F. subincarnata* (Joss. et Kühner) Watling — ПИЗ, 6, ельник травяной, на валеже, 25 07 2002, SYKO 323.

Новый для России вид.

Распространение: Европа.

#### CREPIDOTACEAE

*Tubaria conspersa* (Pers. : Fr.) Fayod — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, на опавших ветвях, 07 08 2001, SYKO 404; 13 08 2002, SYKO 403.

#### PORIALES

#### LENTINACEAE

*Phyllotopsis nidulans* (Pers. : Fr.) Singer — СТ, 4, ельник чернично-зеленомошный, на валеже, 27 07 2002, SYKO 409; 01 08 2004, SYKO 410.

*Pleurotus ostreatus* (Jacq. : Fr.) P. Kumm. — СТ, 4, ельник чернично-зеленомошный, на стволе ели, 14 08 2002, SYKO 411.

#### RUSSULALES

#### RUSSULACEAE

\**Lactarius albocarneus* Britzelm. — СТ, 3, ельник папоротниковый, 03 08 2003, SYKO 415.

Новый для России вид.

Распространение: Европа (Helmann-Clausen et al., 1998).

*L. fuliginosus* (Fr. : Fr.) Fr. — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 07 08 2001, SYKO 418; СТ, 4, ельник травяной приручевой, 10 08 2003, SYKO 419.

*L. glyciosmus* (Fr. : Fr.) Fr. — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 13 08 2002, SYKO 558.

*L. lacunarum* Romagn. ex Hora — СТ, 4, ельник травяной приручевой, 10 08 2003, SYKO 422.

*L. pseudoviduus* Kühner — СТ, 8, берег реки, поросший мхом и травой, под ивами, 05 08 2004, SYKO 516.

*L. repraesentaneus* Britzelm. — СТ, 4, ельник травяной приручевой, 10 08 2003, SYKO 428.



- Russula foetens* (Pers. : Fr.) Fr. — СТ, 3, ельник папоротниково-зеленомошный, 07 08 2003, SYKO 460; ельник травяной приручевой, 10 08 2003, SYKO 461.
- R. griseascens* (Bon et Gaugué) Marti — СТ, 4, ельник чернично-зеленомошный, 10 08 2002, SYKO 462; 10 08 2002, SYKO 463.
- R. pulchella* I. G. Borshch. — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 05 08 2003, SYKO 550.
- R. vesca* Fr. — ПИЗ, 2, осиново-березовый травяной лес, 17 08 2003, SYKO 468.
- R. violaceae* Qué! — ПИЗ, 5, ельник травяной пойменный, 03 08 2003, SYKO 470.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бобрецов А. В., Теплова В. П. Природные условия Печоро-Илычского заповедника // Закономерности полувековой динамики биоты девственной тайги Северного Предуралья. Сыктывкар, 2000. С. 6—21.
- Бобрецова М. А. Агарикоидные базидиомицеты Печоро-Илычского заповедника и прилегающей территории. I. Равнинный район // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38, вып. 3. С. 1—9.
- Булах Е. М. К флоре агариковых грибов заповедника «Кедровая Падь» // Систематико-флористические исследования споровых растений Дальнего Востока: Сб. науч. статей. Владивосток, 1984. С. 70—71.
- Варсанофьева В. А. Геоморфологические наблюдения на Северном Урале // Изв. Геогр. общ-ва. 1932. Т. 64, вып. 2—3. С. 105—171.
- Варсанофьева В. А. Геологическое строение территории Печоро-Илычского заповедника // Тр. Печоро-Илычского заповедника. М., 1940. Вып. 1. С. 5—214.
- Васильева Л. Н. Агариковые шляпочные грибы (пор. Agaricales) Приморского края. Л.: Наука, 1973. 331 с.
- Горбунова И. А. Агарикоидные и гастероидные базидиомицеты Катунского заповедника // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее / Матер. Междунар. конф. Горно-Алтайск, 2008. Ч. 1. С. 217—221.
- Забоева И. В., Беляев С. В., Попов В. А., Кремер А. М., Казаков В. Г. Почвы Печоро-Илычского государственного заповедника. Объяснительная записка к почвенной карте. Рукопись. 1972. 86 с.
- Иванов А. И. Макромицеты Пензенской области (порядки Polyporales str., Boletales, Agaricales, Russulales и группа порядков Gasteromycetes): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1983. 15 с.
- Иванов А. И. Макромицеты сосновых лесов лесостепи правобережного Поволжья // Микология и фитопатология. 1994. Т. 28, вып. 2. С. 7—15.
- Каламэс К. А. Агариковые грибы Эстонии (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Таллин, 1975. 110 с.
- Кутафьева Н. П. К флоре грибов-макромицетов Среднего Приангарья. II // Новости систематики низших растений. 1983. Т. 20. С. 88—93.
- Левицкая Г. Е. К флоре шляпочных грибов Приокско-террасного заповедника. IV // Микология и фитопатология. 1998. Т. 32, вып. 4. С. 7—13.
- Лавренко А. Н., Улле З. Г., Сердитов Н. П. Флора Печоро-Илычского заповедника. СПб.: Наука, 1995. 256 с.
- Леонтьев А. М. Плодоношение ели сибирской на верхней Печоре // Тр. Печоро-Илычского заповедника. М., 1963. Вып. 10. С. 5—87.
- Малышева Е. Ф., Малышева В. Ф. Агарикоидные и афиллофороидные базидиомицеты луговых сообществ Жигулевской возвышенности // Микология и фитопатология. 2007. Т. 41, вып. 3. С. 226—234.
- Морозова О. В. Таксономический и географический анализ агарикоидных базидиомицетов Ленинградской области // Микология и фитопатология. 2002. Т. 36, вып. 5. С. 42—50.

- Нам Г. А. Новые виды агариковых грибов (Agaricales s. l.) для флоры Казахстана // Новости систематики низших растений. 1990. Т. 27. С. 73—75.
- Нездоймино Э. Л. Семейство паутинниковые. СПб.: Наука, 1996. 408 с. (Определитель грибов России: Порядок агариковые; Вып. 1).
- Перова Н. В., Горбунова И. А. Макромицеты юга Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 158 с.
- Петров А. Н. К флоре агариковых грибов юго-западного побережья озера Байкал // Новости систематики низших растений. 1984. Т. 21. С. 108—116.
- Сопина А. А. Редкие виды агарикоидных базидиомицетов Северо-Западного Кавказа из бассейна р. Белой // Современная микология в России: Тез. докл. I съезда микологов. М., 2002. С. 98.
- Степанова Н. Т., Сирко А. В. К флоре агариковых грибов и гастеромицетов Урала // Микологические исследования на Урале. Свердловск, 1977. 105 с.
- Столярская М. В. Агарикоидные базидиомицеты Нижнесвирского заповедника: Дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1998. 200 с.
- Чернов Г. А. Аллювиальные отложения Верхней Печоры и Илыча // Тр. Печоро-Илычского заповедника. М., 1940. Вып. 1. С. 215—291.
- Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C., Pegler D. N. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 8th ed. CAB International, 1995. 616 p.
- Helmann-Clausen J., Verbeke A., Vesterholt J. The genus *Lactarius* // Fungi of Northern Europe. 1998. Vol. 2. 287 p.
- Kalamees K., Botashov R. Mycobiota of the Teberda State Biosphere Reserve (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales) // Folia Cryptogamica Estonica. 2000. N 37. P. 27—38.
- Kirk P. M., Ansell A. E. Authors of Fungal Names. IMI, CAB International, 1992. 95 p.

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН  
Сыктывкар  
palamarchuk@ib.komisc.ru

Поступила 28 V 2008

## Р Е З Ю М Е

Статья продолжает серию публикаций результатов исследования биоты агарикоидных базидиомицетов Печоро-Илычского заповедника (Республика Коми, северо-восток европейской части России). Представленная работа посвящена микобиоте предгорного ландшафтного района резервата. Рассмотрены некоторые аспекты таксономического и трофического анализов. Дан аннотированный список 69 видов агарикоидных базидиомицетов, новых для заповедника и для Республики Коми.

Ключевые слова: агарикоидные базидиомицеты, Печоро-Илычский заповедник, Республика Коми, предгорный ландшафтный район, таксономический и трофический анализы.

## S U M M A R Y

The paper continues a set of publications on agaricoid basidiomycetes of the Pechoro-Ilych reserve (Republic Komi, North-East of Europe). 192 species of agaricoid basidiomycetes are recorded from the foothill area of the reserve. Some aspects of taxonomic and trophic analyses are considered. The checklist of 69 species of agaricoid basidiomycetes new for the reserve and Komi Republic is presented.

Key words: agaricoid basidiomycetes, Pechoro-Ilych reserve, Republic Komi, foothill landscape area, taxonomic and trophic analyses.

УДК 631.46 : 632.4

© И. Г. Широких, О. В. Мерзаева, Е. В. Товстик,  
Е. Г. Арзамасова, М. И. Тумасова

### **ВЛИЯНИЕ ФУЗАРИОЗНОЙ ИНФЕКЦИИ НА ЧИСЛЕННОСТЬ И ТАКСОНОМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ МИКРОМИЦЕТОВ В РИЗОСФЕРЕ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО**

SHIROKIKH I. G., MERSAEVA O. V., TOVSTYK E. V., ARZAMASOVA E. G.,  
TUMASOVA M. I. INFLUENCE OF *FUSARIUM* INFECTION ON MICROMYCETES NUMBER  
AND TAXONOMIC STRUCTURE IN THE RHIZOSPHERE OF RED CLOVER

Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) — одна из важнейших кормовых культур, обогащающая почвы азотом и улучшающая их фитосанитарное состояние. Однако в последние годы из-за сильного поражения корневыми гнилями многолетний клевер все чаще становится накопителем фузариозной инфекции (Тумасова и др., 1998; Полякова, 2002). Фузариоз поражает корни клевера с первого года жизни, с возрастом растений болезнь сильно прогрессирует. Симптомы заболевания проявляются в виде пятен и язв на поверхности корня с последующей мацерацией внутренних тканей.

Одним из перспективных методов защиты растений от болезней является создание устойчивых сортов, в том числе путем проведения отборов на искусственном инфекционном фоне (Дьяков, 1971; Тумасова, Крылова, 2000). Несмотря на многочисленность работ по созданию и использованию в селекции инфекционных фонов, сведения о влиянии, оказываемом на микобиоту ризосферы искусственным внесением в почву инфекционного материала, в литературе ограничены (Широких, Шешегова, 2005). Между тем такие данные необходимы как для понимания механизмов возникновения и развития корневых инфекций, так и для оценки степени селекционной эффективности искусственно создаваемых фитопатогенозов.

Сочетание методов оценки численности микромицетов при помощи люминесцентной микроскопии с изучением качественного состава грибных комплексов, развивающихся в тканях корня и в прикорневом пространстве, при посеве на плотные питательные среды позволяет получить достаточно полное представление об особенностях взаимодействия растений с грибами на искусственном инфекционном фоне.

Целью данной работы было выявление и характеристика некоторых изменений, происходящих в комплексе микромицетов под посевами клевера лугового в результате искусственного внесения в почву фузариозной инфекции.

#### **Материал и методы**

Численность и родовой состав микромицетов в прикорневой зоне клевера лугового изучали в полевом опыте Отдела многолетних трав Зонального научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока. Опыт был заложен на дер-

ново-подзолистой почве, характеризующейся следующими показателями: рН 4.2—4.4, гидролитическая кислотность — 5.5—5.9 мг-экв./100 г, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 161—196, K<sub>2</sub>O — 171—216 мг/кг почвы.

Для создания искусственного инфекционного фона в почву перед посевом вносили зерносмесь (60 г/м<sup>2</sup>), инфицированную грибами *Fusarium culmorum* (W. G. Smith.) Sacc., *F. oxysporum* Schldl.: Fr., *F. avenaceum* (Fr.: Fr.) Sacc. в равных соотношениях по массе (Методические рекомендации..., 1999). Контролем служил вариант без внесения инфекционного инокулюма.

Объектом исследований служил клевер луговой сорта Дымковский. Образцы корней с почвой для анализа отбирали из посевов клевера лугового 2005 г. — контрольного (вариант 1) и инфекционного фона (вариант 2); из посевов клевера лугового 2006 г. — контрольного (вариант 3) и инфекционного фона (варианты 4 и 5). В варианте 5 семена до посева дополнительно были обработаны суспензией (10<sup>7</sup> КОЕ/мл) штамма клубеньковых бактерий *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* 348a. Количественный учет микромицетов проводили также в образцах, взятых из неризосферной почвы с глубины 0—3 см.

Для анализа использовали свежие образцы. С помощью скальпеля и пинцета осторожно в стерильных условиях счищали излишки почвы с корней из ризосферы, оставляя лишь слой, не превышающий 3 мм по толщине. Затем вырезали сегменты корней (на 2—3 см ниже шейки корня). Из каждого образца брали навеску корней (2 г) с прилипшей к ним почвой, помещали в 100 мл стерильной водопроводной воды и взбалтывали 3—5 мин с металлическими отбойниками. Из полученной суспензии извлекали корни. Для получения образца из ризопланы отмытые корни стерильно растирали в ступке и доводили объем гомогената до 100 мл, добавляя стерильную воду. После фильтрования через бумажный фильтр и высушивания при 105 °С определяли гравиметрически сухую массу корней и почвы.

Длину мицелия грибов определяли с использованием люминесцентного микроскопа «Биомед 2». Препараты для микроскопии готовили по общепринятой методике (Методы..., 1991). Для окраски препаратов использовали 0.01%-й раствор калькофлуора белого. Каждый образец просматривали в 100 полях зрения микроскопа.

Качественный состав типичных микромицетов ризосферной почвы и ризопланы клевера лугового определяли при посеве суспензий на твердую среду Чапека со стрептомицином (100 мг/л), который добавляли для ингибирования роста бактерий. Чашки с посевами инкубировали в течение 10—14 суток при комнатной температуре. Для выявления патогенных грибов в пораженных тканях клевера лугового поверхностно обработанные спиртом сегменты корней помещали в чашки Петри с агаризованной средой и культивировали в течение 3—5 суток при 27 °С. Учитывали колонии по морфологическим типам. Из колонии доминирующего типа выделяли чистую культуру и изучали морфологические и культуральные признаки грибов в соответствии с определителями (Литвинов, 1969; Кириленко, 1977; Саттон и др., 2001). Грибы рода *Fusarium* определяли по ключу В. И. Билай (1977). Для каждого образца ризосферы и ризопланы рассчитывали показатели относительного обилия представителей рода в комплексе в процентах.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы EXCEL 5.

## Результаты и обсуждение

Внесение в почву зерносмеси, инфицированной грибами рода *Fusarium*, привело к снижению выживаемости растений клевера лугового во второй и в третий годы жизни (табл. 1). Продуктивность растений, выживших на искусственном инфекционном фоне, незначительно отличалась от таковой у контрольных растений, что может свидетельствовать о толерантности сорта Дымковский к корневым гнилям и его способности в условиях изреженности формировать высокопродуктивную травостой. Количе-

**Изменение выживаемости и продуктивности клевера лугового Дымковский на искусственном инфекционном фоне**

Показатель	Контроль	Инфекционный фон
Растения второго года жизни		
Выживаемость, %	90	82/85*
Продуктивность, г сухого веса /м <sup>2</sup>	2297	2228/2239*
Растения третьего года жизни		
Выживаемость, %	90	65
Продуктивность, г сухого веса /м <sup>2</sup>	2630	2560

Примечание. В знаменателе звездочкой отмечены данные после обработки семян клубеньковыми бактериями.

ство грибных колониеобразующих единиц (КОЕ) в прикорневой зоне растений на инфекционном фоне было в 2—6 раз выше, чем в ризосфере контрольных растений (табл. 2). Поскольку функциональная активность почвенных микромицетов и интенсивность колонизации ими корней и прикорневой зоны растений связана с мицелиальной стадией их развития, представлялось важным определить концентрацию грибного мицелия по вариантам. Использование люминесцентной микроскопии позволило выявить изменения в плотности мицелия грибов, обусловленные как возрастом растения, так и искусственным внесением в почву инфекционного материала. С увеличением возраста растений общая длина мицелия микромицетов в ризосфере возрастала. Если в ризосфере контрольных растений второго года жизни показатели длины мицелия (49.3 м/г), как и в свободной от корней почве (23.5—30.1 м/г), еще существенно не различались, то в ризосфере растений третьего года жизни длина мицелия была на порядок выше и составила 235.2 м/г (табл. 2).

На искусственном инфекционном фоне длина мицелия в ризосфере растений второго года жизни превосходила аналогичный показатель в контрольном варианте в 4 раза. Столь существенное увеличение его концентрации связано, очевидно, с дополнительным поступлением в почву растительных полимеров в составе инфицированной зерносмеси. Гибель растений на инфекционном фоне была выше по сравнению с контролем на 5—8 % (табл. 1).

В ризоплане контрольных растений клевера лугового второго и третьего года жизни длина мицелия составляла десятки метров на 1 г субстрата. Учитывая, что доступная для колонизации микроорганизмами площадь поверхности 1 г почвы существенно превышает таковую для 1 г корней (Звягинцев, 1987), можно заключить, что заселенность грибами корневой поверхности по крайней мере не уступает или даже выше, чем заселенность поверхности почвенных частиц и агрегатов. В ризосфере клевера лугового третьего года жизни дальнейшее увеличение концентрации мицелия под воздействием искусственно внесенной инфекции не наблюдалось (табл. 2).

В ризоплане клевера лугового, выращенного на инфекционном фоне, показатели длины мицелия превышали 100 м, причем у растений второго года жизни превышение оценивалось на уровне тенденции, а у растений третьего года жизни — как существенное по сравнению с контрольными растениями.

Сопоставление результатов определения длины мицелия в ризоплане (табл. 2) с данными выживаемости растений на инфекционном фоне (табл. 1) указывает на то, что максимальной плотности мицелия в ризоплане соответствует самая низкая выживаемость растений — на 25% ниже, чем в контроле.

Дополнительная обработка семян клевера перед внесением клубеньковых бактерий *R. leguminosarum* bv. *trifolii* 348a (вариант 5) привела к увеличению в ризосферной почве количества грибных пропагул, обнаруженных методом посева, но существ-

**Изменение количественных показателей,  
характеризующих комплексы почвенных микромицетов в посеве клевера лугового**

Показатель	Растения второго года жизни					
	контроль		инфекционный фон		инфекционный фон + + бактериализация семян	
	1	2	1	2	1	2
Численность, тыс. КОЕ/г	415 ± 54	34 ± 5	918 ± 110	287 ± 34	4584 ± 596	1024 ± 133
Длина мицелия, м/г	49.3	79.6	199.1	105.7	119.1	51.6
Общее число родов	3	2	4	5	3	6

Таблица 2 (продолжение)

Показатель	Растения третьего года жизни			
	контроль		инфекционный фон	
	1	2	1	2
Численность, тыс. КОЕ/г	1034 ± 134	825 ± 91	6032 ± 724	887 ± 133
Длина мицелия, м/г	235.2	58.2	196.4	172.7
Общее число родов	3	4	4	5

Примечание. 1 — ризосфера, 2 — ризоплана.

венно не изменила концентрацию мицелия (табл. 2). В то же время в ризоплане клевера лугового с внесением бактерий плотность мицелия (51.6 м/г) была в 2 раза меньше, чем на инфекционном фоне без бактерий (105.7 м/г). Эти результаты говорят о возможности ограничивать проникновение патогенов в ризоплану растений клевера, воздействуя на мицелий, как функционально активный компонент грибной популяции. Отмечена тенденция к повышению показателей выживаемости и продуктивности растений под воздействием бактериализации семян (табл. 1).

Определение родовой структуры комплекса почвенных микроскопических грибов показало ее существенное отличие под посевами клевера лугового на инфекционном фоне и в контроле, в прикорневой зоне растений второго и третьего года жизни, а также между образцами ризосферы и ризопланы. Из всех образцов в результате посева на агаризованную среду Чапека было выделено 44 культуры микромицетов, относящиеся к 11 родам классов *Deuteromycetes*, *Zygomycetes* и *Ascomycetes*. В структуре комплекса микромицетов в варианте с растениями второго года жизни доминировали как в контроле, так и на инфекционном фоне виды рода *Penicillium* (табл. 3). В варианте с растениями третьего года жизни в комплексе микромицетов наряду с пенициллами отмечена высокая представленность видов рода *Aspergillus*. В ризоплане растений второго года жизни только на искусственном инфекционном фоне отмечены представители рода *Fusarium*, тогда как на третий год фузариоз присутствовал в микромицетном комплексе ризопланы как опытных, так и контрольных растений. Однако обилие фузариозов в комплексе на инфекционном фоне было в 3 раза выше, чем в контроле. В комплексе микромицетов ризосферной почвы представители рода *Fusarium* не выявлены. Разнообразие фузариозов в пораженных корнях клевера лугового ограничивалось видами *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichiella* Bilai, *F. avenaceum*.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что создание искусственных инфекционных фонов путем внесения в дерново-подзолистую почву фузариозной инфекции привело к изменениям микромицетного комплекса в посевах

**Изменение структуры комплекса микромицетов в посеве клевера лугового под воздействием фузариозной инфекции (обилие представителей рода, %)**

Род	Растения второго года жизни						Растения третьего года жизни			
	контроль		инфекционный фон		инфекционный фон + бактериализация семян		контроль		инфекционный фон	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Aspergillus</i> Micheli : Fr.	—	—	—	—	—	—	41.8	—	4.7	21.9
<i>Chaetomium</i> Kunze: Fr.	—	—	—	—	—	—	20.0	7.4	—	—
<i>Chrizosporium</i> Corda	—	—	—	9.3	—	—	—	—	—	—
<i>Fusarium</i> Link : Fr.	—	—	—	30.8	—	11.0	—	14.8	—	46.5
<i>Gliocladium</i> Corda	—	—	—	—	—	12.8	—	—	—	—
<i>Mucor</i> Micheli	22.2	16.6	12.5	—	—	14.6	—	—	37.0	15.3
<i>Penicillium</i> Link : Fr.	72.0	83.4	71.4	38.5	71.4	26.2	38.2	55.6	52.6	—
<i>Rhizopus</i> Ehrenberg ex Corda	5.8	—	12.0	8.8	3.2	20.0	—	22.2	5.7	4.7
<i>Trichoderma</i> Pers.	—	—	—	—	25.4	—	—	—	—	—
<i>Tritirachium</i> Limber	—	—	4.1	12.6	—	15.4	—	—	—	—
<i>Verticillium</i> Nees ex Link	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.6

клевера лугового. В ризосферной почве на второй год жизни растений существенно по сравнению с контролем возросли общее количество грибных пропагул и длина грибного мицелия. В комплексе микромицетов ризопланы обнаружены представители рода *Fusarium*, отсутствующие в комплексе контрольных растений. Общее количество грибных пропагул было на порядок выше, чем в контроле, проявилась тенденция к увеличению длины мицелия в корневых тканях растений. По-видимому, более низкая (на 5—8 %), чем в контроле, выживаемость клевера лугового на инфекционном фоне была обусловлена изменениями микромицетного комплекса.

В ризосфере растений на третий год жизни под воздействием искусственно внесенной в почву инфекции существенно возрастало общее количество грибных пропагул, а в ризоплане значительно увеличивалась длина грибного мицелия в сравнении с контролем.

В таксономической структуре микромицетного комплекса доминирующую позицию заняли виды рода *Fusarium*, относительное обилие которых на инфекционном фоне было в 3 раза выше, чем в ризоплане контрольных растений. Выживаемость клевера лугового при этом, наоборот, была на 25 % ниже, чем выживаемость растений контрольного варианта. Полученные результаты позволяют считать, что выявленное в опыте снижение выживаемости клевера лугового на инфекционном фоне обусловлено поражением корневых систем растений грибами рода *Fusarium*.

В обычных условиях в ризосфере и на корнях клевера лугового также накапливалось значительное количество грибных пропагул, в корневых тканях на третьем году жизни была обнаружена фузариозная инфекция, не связанная с ее искусственным внесением в почву. Несмотря на то что продуктивность клевера лугового при этом снижалась незначительно, выявленные изменения в микромицетном комплексе свидетельствуют о способности данной культуры накапливать в прикорневой зоне значительный пул грибной инфекции, включая фузарию, которые, учитывая низкую видовую специфичность этих фитопатогенов, может представлять реальную опасность для последующих культур в севообороте (Свистова, Бабьева, 1990; Васютин и др., 1996).

Внесение клубеньковых бактерий перед посевом семян клевера лугового может при выращивании на инфекционном фоне способствовать ограничению активного развития в прикорневой зоне микроскопических грибов, и в частности фузариумов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Билай В.И. Фузариин. Киев: Наук. думка, 1977. 442 с.
- Васютин А. С., Будынков Н. И., Рудаков О. Л. Корневые гнили — опаснейшие болезни зерновых // Зерновые культуры. 1996. № 2. С. 19—20.
- Дьяков Ю. Т. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям и селекция // Генетические основы селекции растений. М.: Наука, 1971. С. 313—342.
- Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М.: МГУ, 1987. 328 с.
- Литвинов М. А. Определитель микроскопических почвенных грибов. М.; Л.: Наука, 1969. 302 с.
- Методические рекомендации по изучению устойчивости кормовых культур к возбудителям грибных болезней на полевых искусственных инфекционных фонах / Сост. Н. М. Пуц, Н. В. Разгуляева, Н. Ю. Костенко, Л. Ф. Соложенцева. М.: ВНИИК им. В. Р. Вильямса, 1999. 39 с.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии: Уч. пособие / Под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: МГУ, 1991. 304 с.
- Полякова Н. Ю. Возбудители корневых гнилей клевера и их антагонисты // Защита и карантин растений. 2002. № 8. С. 34—35.
- Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 486 с.
- Свистова И. Д., Бабьева Е. Н. Сукцессии микромицетов в выщелоченном черноземе при чередовании агрофитоценозов // Микология и фитопатология. 1990. Т. 24, вып. 6. С. 529—535.
- Тумасова М. И., Крылова Л. М., Ефремова З. Г. Селекция клевера лугового на устойчивость к корневым гнилям // Новые методы селекции и создания адаптивных сортов с.-х. культур: результаты и перспективы. Киров, 1998. С. 80—81.
- Тумасова М. И., Крылова Л. М. Создание селекционного материала клевера лугового, устойчивого к корневым гнилям // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2000. № 1. С. 41—44.
- Широких И. Г., Шешегова Т. К. Комплекс почвенных микромицетов озимой ржи и его изменение под воздействием фузариозной инфекции // Почвоведение. 2005. № 8. С. 988—993.

Зональный научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства Северо-Востока  
им. Н. В. Рудницкого  
Киров  
irgenal@mail.ru

Поступила 18 IX 2008

#### РЕЗЮМЕ

С использованием методов посева и люминесцентной микроскопии изучена структура комплексов микроскопических грибов в прикорневой зоне клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) при искусственном создании фитопатогенозов на дерново-подзолистой почве. Выявлены существенные различия в плотности заселения корней и ризосферной почвы грибами, обусловленные воздействием внесенной в почву фузариозной инфекции. Показана принципиальная возможность направленной регуляции плотности заселения грибами корней клевера лугового путем бактеризации семян клубеньковыми бактериями.



Ключевые слова: фузариозная инфекция, почва, ризосфера, клевер луговой, бактериальная инокуляция.

## SUMMARY

The micromycetes complexes in the rhizosphere of red clover (*Trifolium pratense* L.) on soddy podzolic soil were investigated using the methods of luminescence microscopy and cup sowing. The differences in the number and composition of genera between the micromycetes complexes were related to impact of *Fusarium* infection. It was established, that mycelial density of microscopic fungi in the rhizosphere of red clover depended on the seed inoculation with bacterium *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii*.

Key words: fusarium infection, soil, rhizosphere, red clover, inoculation with bacterium.

УДК 620.193.82.582.28

© *Е. С. Трепова, Т. Д. Великова, С. С. Хазова***ДЕЙСТВИЕ БИОЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ  
НА МИКРОМИЦЕТЫ — ДЕСТРУКТОРЫ БУМАГИ**TREPOVA E. S., VELIKOVA T. D., KCHAZOVA S. S. INFLUENCE OF BIOCIDES  
ON MICROMYCETES — PAPER BIODESTRUCTORS

Документы в библиотеках и архивах, пострадавшие во время аварий или хранившиеся длительное время в неблагоприятных условиях, подвержены биоповреждению. Поиск новых препаратов ведется постоянно, так как биоциды, используемые для защиты бумаги от микромицетов, в той или иной степени оказывают негативное влияние на ее свойства. Кроме того, рекомендуемые концентрации биоцидов часто являются ингибирующими только для некоторых видов микроорганизмов в жидкой среде. При введении в бумагу биоцидные концентрации могут быть значительно выше, чем в жидкой среде, а препарат может оказывать отрицательное действие на свойства бумаги. Отдельные виды микромицетов отличаются по устойчивости к биоцидным препаратам, относящимся к различным классам химических соединений (Смоляницкая, 2007; Поликсенова, Ахрамович, 2008).

В данной работе исследованы различные препараты с точки зрения действия каждого из них на микромицеты, которые способны усваивать компоненты бумаги в качестве единственных источников питания. Для сравнения определяли биоцидные свойства тех веществ, которые раньше использовались в консервации документов, но в настоящее время по тем или иным причинам не применяются.

**Материал и методы**

Исследовали 31 препарат, активное биоцидное начало каждого из которых относится к различным классам химических соединений (нумерация препаратов использована в подписях к рис. 1 и 2).

Гетероциклические серо- и азотсодержащие соединения: Анти-В (№ 1), Антиплесень (производство «Эмлак») (№ 2), Митон (№ 3), Полидез-1 (№ 4), Санатекс (№ 5), Асимасиде PS 82 (№ 6), Rocima GT (№ 7), Rocima 243 (№ 8), Глокилл 77 (№ 9); полимеры, в том числе гуанидиновые соединения (Нюкша, 1997): АБП-40 (№ 10), Латекс (№ 11), Септанол (№ 12), Соната (№ 13), Фосфопэг (№ 14), Биопаг-Д (№ 15), Полидез, рН раствора 6.0 (№ 16), Полидез, рН раствора 8.0 (№ 17), N-триметилхитозан со степенью замещения 0.34 (№ 18) и 0.87 (№ 19) (Трепова, Великова, 2006); четвертичные аммониевые соединения (ЧАС): Лизоформин специаль, в состав которого входит карбонат гуанидина (№ 20), Лесептик (№ 21), Катамин АБ (№ 22), Катапол (№ 23), Соната-Дез (№ 24), Септодор, содержащий смесь четырех четвертичных аммониевых соединений (№ 25); ароматические соединения: Нипагин (№ 26), Тимол (№ 27), Lichenicida (№ 28); фурановые соединения — Вилагин (№ 29); ПАВ — Антиплесень

(производство «Уралстинол Био») (№ 30); каталитические системы на основе лантаноидов — Ормекс (№ 31).

Тест-культурами служили микромицеты, предусмотренные ГОСТ 9.048—89: *Aspergillus terreus* Thom, *A. niger*, *Aureobasidium pullulans* var. *pullulans* (de Bary) G. Arnaud, *Paecilomyces variotii* Bainier, *Penicillium funiculosum*, *P. ochrochloron* Biourge, *Microascus brevicaulis* S. P. Abbott, *Trichoderma viride*. Эти виды часто встречаются в хранилищах библиотек и архивов, относятся к быстро и активно растущим грибам (Нюкша, 1994; Flieder, Capderou, 1999). Индивидуальную устойчивость к биоцидным препаратам определяли в культурах микромицетов *Penicillium purpurogenum* Stoll, *P. funiculosum* Thom, *P. aurantiogriseum* Dierckx, *Trichoderma viride* Pers., *Aspergillus niger* Tiegh. var. *niger*.

Минимальную биоцидную и биостатическую концентрации (МБЦК и МБСК соответственно) определяли в жидкой среде Чапека—Докса (ГОСТ 9.048-89) для каждого из 31 исследуемого биоцида различной концентрации в диапазоне от 2.0 до 0.0001 % (по 25 разным концентрациям каждого биоцида). В жидкую среду с биоцидами вносили суспензию спор *Aspergillus niger* (титр 1—2 млн/см<sup>3</sup>) и выдерживали в термостате при 28 ± 2 °С. Концентрацию биоцида считали биостатической, если в жидкой среде не наблюдалось роста микроорганизмов.

Для определения МБЦК из 1 мл жидкой среды, в которой в течение 14 суток не было обнаружено видимого роста микроорганизмов, делали рассев на агаризованную среду и инкубировали в термостате при 28 ± 2 °С в течение 5—7 суток. МБЦК, при которой происходит полная гибель микроорганизмов, считали ту наименьшую концентрацию в жидкой среде, при расसेве из которой рост на агаризованной среде Чапека—Докса отсутствовал.

Обработанные растворами биоцидов и высушенные на воздухе образцы бумаги диаметром 25 мм из 100%-й сульфатной целлюлозы опытной выработки (СФА) и образцы газетной бумаги (ГБ) (ОАО «Кондопога») помещали на поверхность агаризованной среды, зараженной суспензией спор восьми микромицетов, включенных в ГОСТ 9.048—89.

Чашки Петри инкубировали в термостате при 28 ± 2 °С. Через определенные промежутки времени (3, 5, 9-е и 15-е сутки) оценивали эффективность защиты образцов бумаги от поражения грибами по наличию зоны ингибирования, которую определяли как диаметр зоны отсутствия роста микромицетов от центра образца. МБЦК считали ту наименьшую концентрацию раствора биоцида, при обработке которым рост микромицета на образце отсутствовал.

## Результаты и обсуждение

Четкой зависимости чувствительности микромицетов от химического состава исследованных биоцидов не выявлено. МБСК варьировались в пределах от 0.0001 до 1.0 % (рис. 1, а). Например, у двух оловосодержащих препаратов МБСК значительно отличалась: у Латекса она составила 0.0002 %, а у АБП-40 — в 500 раз больше. Наибольшая чувствительность микромицетов проявлялась к отдельным препаратам, содержащим производные гуанидина (Фосфопаг) и ЧАС (Лизоформин и Септодор) — МБСК 0.0001—0.0005 %. У Тимола МБСК составляла 0.1, у Нипагина — 0.2 %. Наименьшее ингибирующее действие оказывали препараты Вилагин и Ормекс (МБСК — 1.0 %).

Наименее устойчивым к препарату Септодор оказался *Aspergillus niger* — гибель спор в жидкой среде наступала при концентрации 0.0005 %. МБЦК препаратов на основе других ЧАС — Лесептик и Катамин АБ — составляла 0.004—0.005 %. Для препаратов Анти-В, Антиплесень, Митон, Полидез-1, Санатекс, Катапол, Соната-Дез и Глокилл 77 значения МБЦК варьировали от 0.01 до 0.075 %. Полная гибель спор гриба наступала при МБЦК 0.2—0.5 % препаратов Ацимасиде PS 82, Росима GT, Фосфопаг, Биопаг-Д, Полидез, Лизоформин специаль, Нипагин, Антиплесень. Анало-

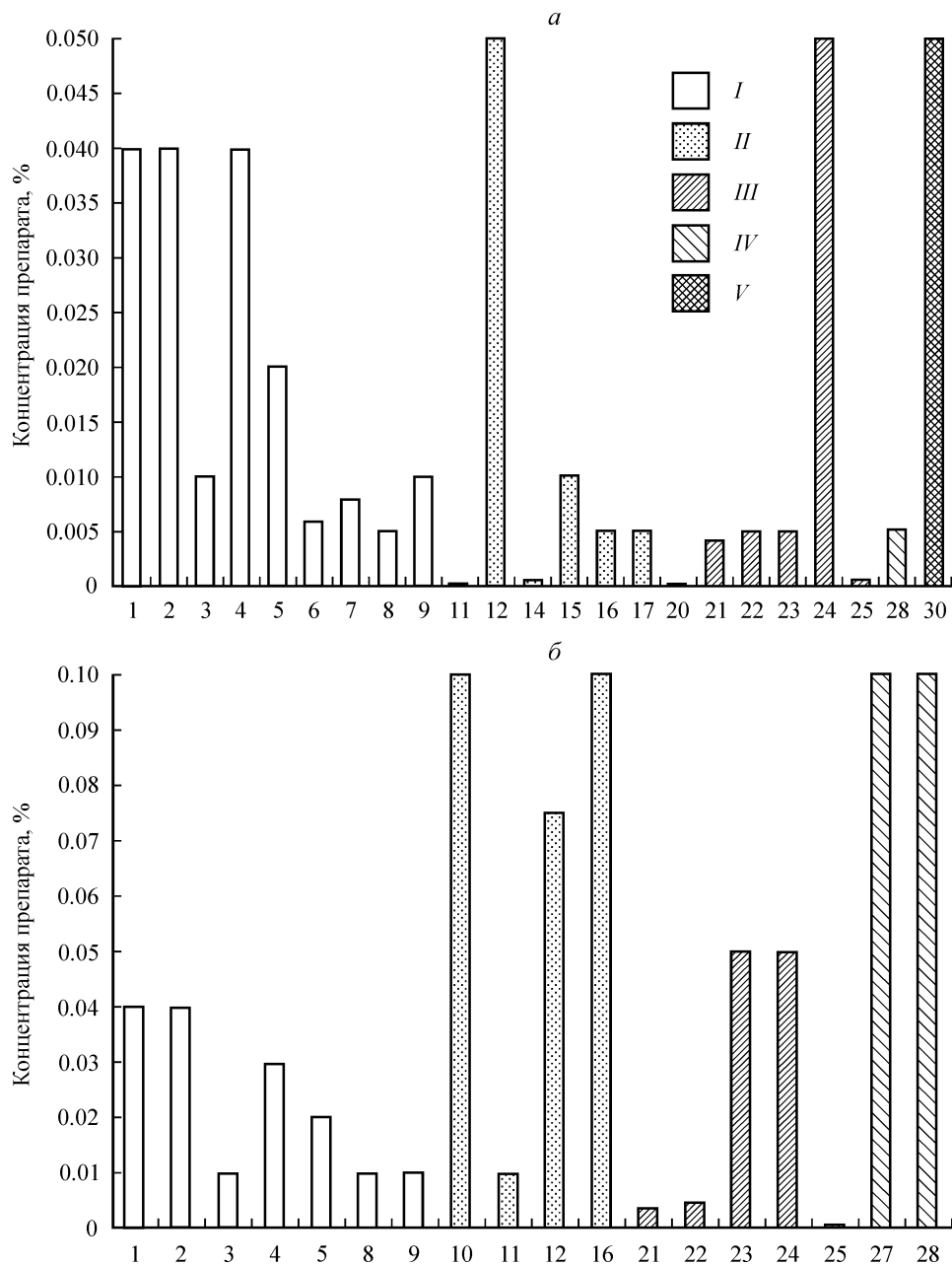


Рис. 1. Минимальные биостатистические (а) и бицидные (б) концентрации препаратов для *Aspergillus niger* в жидкой среде.

I — гетероциклические серо- и азотсодержащие соединения, II — полимеры, в том числе гуанидиновые соединения, III — четвертичные аммониевые соединения, IV — ароматические соединения, V — ПАВ.

гичные результаты получены для грибов, обитающих в музейных залах: Септодор был активнее, чем Лизоформин специаль, но слабее, чем Росима 110 (Смоляницкая, 2007). Чувствительность микромицетов к препаратам Соната и Вилагин была низкой — МБЦК 1.0 %, а также и Ормекс — МБЦК 15.0 %. Значения МБЦК для двенадцати препаратов были равны значениям МБСК, в остальных случаях — значительно

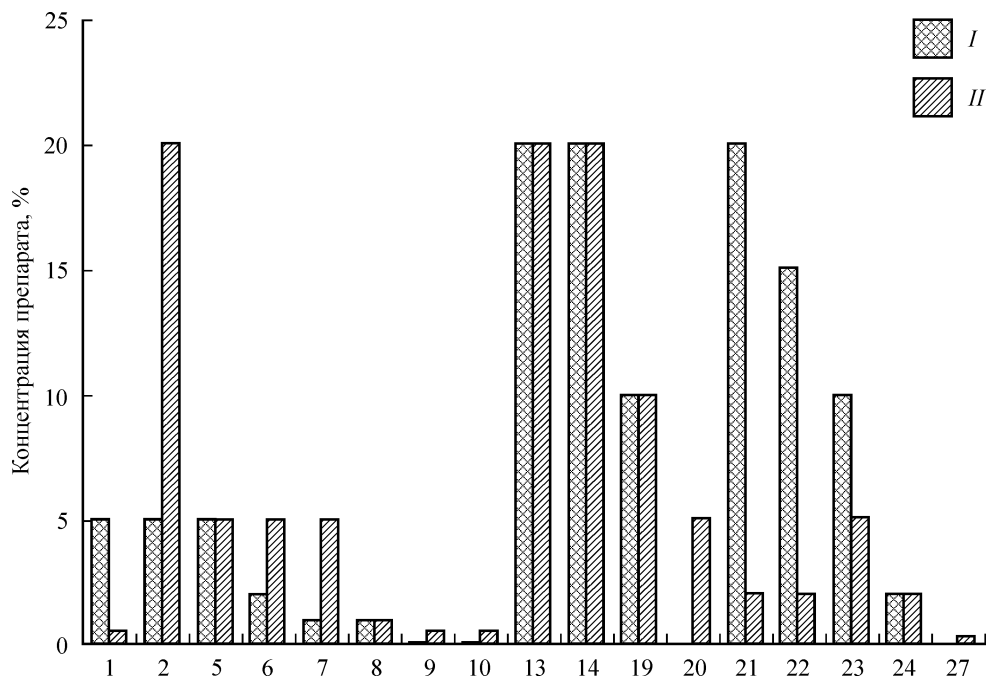


Рис. 2. Минимальные ингибирующие концентрации препаратов на бумаге для смеси 8 культур (ГОСТ 9.048—89).

I — бумага из сульфатной целлюлозы, II — газетная бумага.

превышали их (рис. 1, б). На рис. 1 не приводятся данные для тех препаратов, МБСК которых выше 0.05 %, а МБЦК выше 0.1 %. Одинаковые МБСК и МБЦК были в основном характерны для препаратов на основе производных изотиазола и ЧАС.

Для ингибирования роста микромицетов, развивающихся на бумаге, требовалась обработка исследуемыми препаратами в значительно большей концентрации (МБЦК) — в 20—400 раз выше, чем в жидкой среде (рис. 2). На рис. 2 не приведены данные для тех препаратов, МБЦК которых выше 20.0 %. Исключение составляли АБП-40 (МБЦК на бумаге больше в 5 раз), а также Rosima GT — больше в 10 раз. МБЦК препарата Lichenicida на бумаге всего в 2 раза превышает МБЦК в жидкой среде. Наименьшие значения МБЦК на двух видах бумаги обнаружены у препарата Lichenicida. Восемь препаратов (Анти-В, АБП-40, Латекс, Санатекс, Acimaside PS 82, Rosima GT, Rosima 243, Септодор при концентрации <5 %) предотвращают рост грибов на двух видах бумаги, а Катамин и Катапол — только на ГБ. Пять из вышеуказанных биоцидов содержат в качестве активного вещества производные изотиазола, два являются латексами и один представляет собой смесь четырех четвертичных аммониевых соединений.

Индивидуальную устойчивость культур микромицетов определяли к биоцидным препаратам Фосфопаг, Биопаг, Анти-В, Санатекс, Rosima 243, Rosima GT и Lichenicida, которые наиболее эффективно действовали на смесь микромицетов и не оказывали отрицательного действия на свойства бумаги. В эксперименты были включены микромицеты, постоянно встречающиеся на бумаге, проникающие в волокно и разрушающие субстрат (*Penicillium purpurogenum*, *P. funiculosum*, *Trichoderma viride*), а также вызывающие некоторое нарушение текстуры бумаги (*P. aurantiogriseum*, *Aspergillus niger*) (Нюкша, 1994; Velikova et al., 2007). На исследованные микромицеты (кроме *A. niger*) препараты Фосфопаг и Биопаг-Д, имеющие в качестве активного компонента полигексаметиленгуанидин фосфат и хлорид соответственно, действовали в

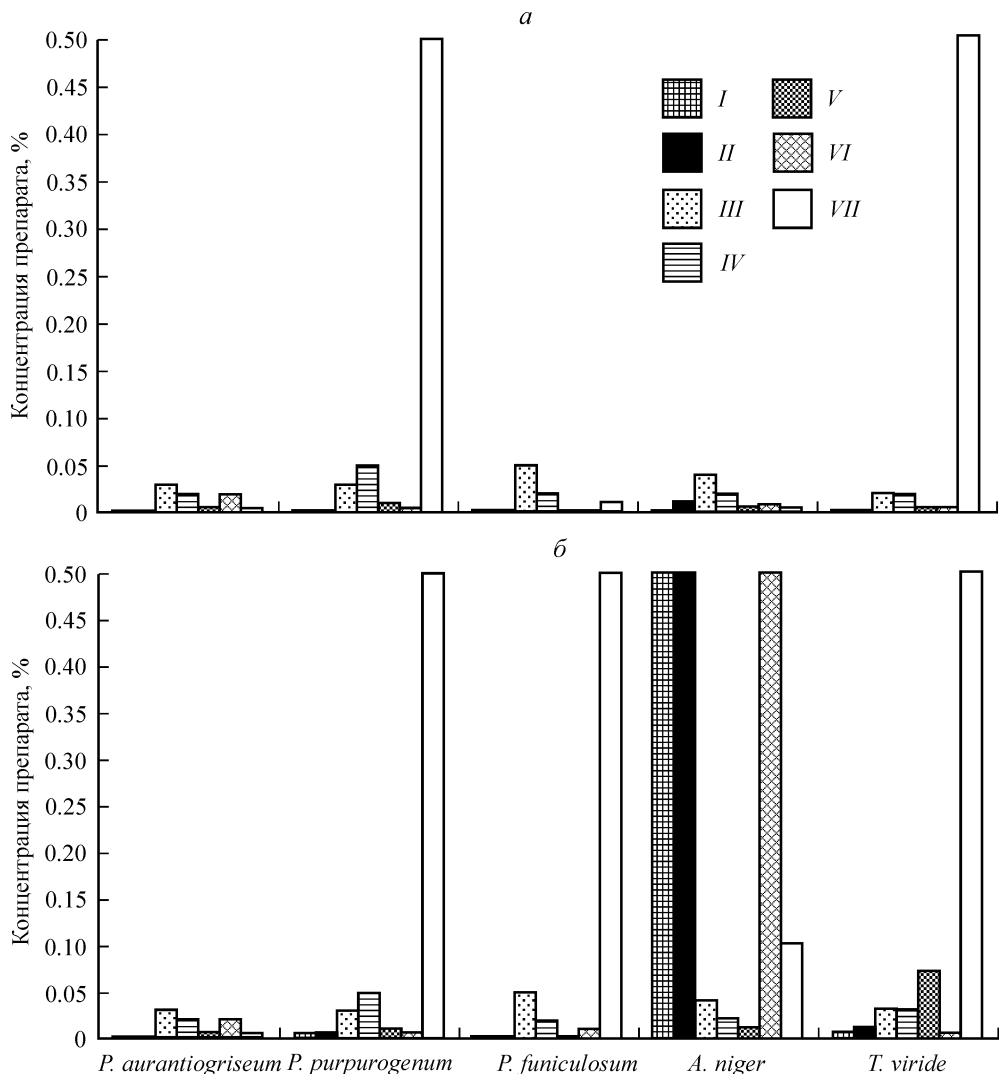


Рис. 3. Устойчивость микромицетов к действию биоцидных препаратов.

*a* — минимальные биостатистические концентрации, *б* — минимальные биоинные концентрации. I — Фосфопаг, II — Биопаг-Д, III — Анти-В, IV — Санатекс, V — Rocima 243, VI — Rocima GT, VII — Lichenicida.

значительно меньших по сравнению с другими пятью биоцидами концентрациях. Виды *Penicillium funiculosum*, *P. aurantiogriseum* и *Aspergillus niger* оказались наиболее устойчивыми к препарату Анти-В, а культуры *Trichoderma viride*, *P. purpurogenum* — к Lichenicida (рис. 3, *a*). В целом чувствительность микромицетов к испытанным препаратам значительно отличалась. *A. niger* был наиболее устойчив к препаратам Фосфопаг, Биопаг-Д и Rocima GT, *P. funiculosum* — к Анти-В, *P. purpurogenum* — к Rocima 243 и Санатексу, *P. purpurogenum*, *P. funiculosum* и *T. viride* — к Lichenicida.

Из исследованных микромицетов самым чувствительным к действию всех семи биоцидов оказался *P. aurantiogriseum*. Препарат Lichenicida оказался наименее эффективным и по биостатическому, и по биоинному действию, а три препарата на основе изотиазола — Санатекс, Анти-В и Rocima 243 проявили 100%-е биоцидное действие при сравнительно низких концентрациях — 0.05 % и ниже (рис. 3, *б*).

Наиболее устойчивым к действию биоцидов различных классов химических соединений был *A. niger*, который входит в состав смеси микромицетов, предусмотренной ГОСТ 9.048—89. При экспресс-анализе биоцидов *A. niger* представляет наибольший интерес ввиду его устойчивости к различным биоцидам и высокой частоты встречаемости в воздухе книгохранилищ и на поверхности документов библиотек различных климатических регионов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Великова Т. Д. Исследование биоцидного действия препарата «Септодор» фирмы «Дорвет ЛТД» на музейных культурах микромицетов // Микология и фитопатология. 1999. Т. 33, вып. 6. С. 446.

ГОСТ 9.048—89. Единая система защиты от коррозии и старения. Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. М.: Изд-во стандартов, 1989. 22 с.

Нюкша Ю. П. Биологическое повреждение бумаги и книг. СПб.: БАН, 1994. 233 с.

Нюкша Ю. П. Модификаты полиэтиленмина и их использование в консервации. СПб.: БАН, 1997. 31 с.

Поликсенова В. Д., Ахрамович Т. Влияние эфирных масел на рост мицелия фитопатогенных грибов // Современная микология в России: Матер. II съезда микологов России. Т. 2. М.: Национальная академия микологии, 2008. С. 380—381.

Смоляницкая О. Л. Микромицеты как потенциальные агенты повреждения культурных ценностей и стратегия защиты от них в Государственном Эрмитаже: Автореф. ... дис. канд. биол. наук. СПб., 2007. 26 с.

Трепова Е. С., Великова Т. Д. Грибостойкость бумаги, обработанной хитозаном // Обеспечение сохранности памятников культуры: традиционные подходы — нетрадиционные решения: Матер. V Междунар. конф. (24—26 октября 2006 г.). СПб.: РНБ, 2006. С. 255—266.

Flieder F., Capderou C. Sauvegarde des collections du Patrimoine. Paris: CNRS ed., 1999. P. 256.

Velikova T. D., Popikhina E. A., Goryaeva A. G., Treпова E. S. Air microflora of libraries in Russia // XV Congress of European Mycologists (Saint Petersburg, Russia, September 16—21, 2007): Abstracts. St. Petersburg: TREEART LLC, 2007. P. 106—107.

Федеральный центр консервации библиотечных фондов при  
Российской национальной библиотеке  
Санкт-Петербург

Поступила 29 VII 2008

#### РЕЗЮМЕ

Изучено ингибирующее действие 31 биоцида на рост микромицетов. В качестве тест-культур использовали смесь восьми микромицетов и пять изолированных культур микромицетов, являющихся активными деструкторами бумаги и часто встречающихся при повреждении документов в библиотеках. Наиболее устойчивым к действию биоцидов различных классов химических соединений является *Aspergillus niger*.

Ключевые слова: биоциды, фунгициды, микромицеты, грибы, бумага.

#### SUMMARY

The inhibition of 31 biocides on micromycetes growth was investigated. The mixture of eight micromycetes and five micromycete cultures taken separately were used as test-microorganisms. All these micromycetes are isolated from deteriorated paper of documents in libraries. *Aspergillus niger* is the most resistant for the action of biocides of different chemical classes.

Key words: biocides, fungicides, micromycetes, fungi, paper.