



УДК 582.28

## Микро- и макромицеты как основа биотехнологических препаратов

Б. Н. Огарков, Г. Р. Огаркова, Л. В. Самусенок

*Научно-исследовательский институт биологии при Иркутском государственном университете, Иркутск*

*E-mail: bornik@bk.ru*

**Аннотация.** Рассмотрены три экологические группы грибов, обладающие высокими адаптивными возможностями, занимающие разнообразные экологические ниши и играющие значительную роль в экосистемах. Практически все представленные микро- и макромицеты, на использовании которых основаны технологии, выделены из природных источников и отличаются высокой биологической активностью. Все изученные штаммы грибов нашли практическое воплощение в форме различных биопрепаратов. Серьезный интерес представляют исследования лекарственных грибов: лечебные формы, полученные на основе трутовика лекарственного, шиитаке, кордицепсов, рекомендованы к практическому использованию.

**Ключевые слова:** продуценты препаратов, микро- и макромицеты, меланины.

Распространение и жизнедеятельность грибов, обильно представленных в различных экосистемах, определяются общебиологическими закономерностями, позволяющими им выполнять многообразные функции. Основная функция грибов в экосистемах – разложение органических веществ. Не менее важна роль микоризных грибов, находящихся в симбиозе с древесными и травянистыми высшими растениями. Практически все высшие растения, за исключением водных, имеют микоризу [15; 22].

В условиях конкурентных взаимоотношений, определяемых трофическими связями, происходит активное возникновение новых форм и видов грибов, проявляется приуроченность к субстрату, при этом синтезируемые ими метаболиты во многих случаях представляют практический интерес, так как обладают высокой биологической активностью [16; 25; 35].

В условиях биотехнологических производств из грибов возможно получение ферментов, антибиотиков, спиртов, стероидов, глицерина, органических кислот, полисахаридов и прочих ценных продуктов, которые в настоящее время получают в условиях опытных производств и в промышленных масштабах [8; 16; 32; 35; 39]. Появилась возможность применения новых продуктов, например природных полимерных красных и черных пигментов (антоцианидов и меланинов), о которых микробиологам-биотехнологам было известно давно, однако прежде ощущалась нехватка знаний о том, как их использовать. Пигменты постепенно получают известность как полифункциона-

льные препараты для медицины и фармакологии [9; 12; 24; 38].

Можно выделить несколько направлений в исследованиях грибов, где получены заметные теоретические и практические результаты. Грибы часто используются в виде биомассы или полезных метаболитов и активных ферментов. В виде биомассы нашли применение пищевые дрожжи, съедобные и лекарственные грибы. Среди полезных метаболитов наибольшее применение получили антибиотики и гормоны роста растений [11; 20]. Активные ферменты, прежде всего получаемые промышленно, применяются при ферментировании пищи и сыроварении [10; 14]. В грибах содержатся все необходимые витамины и микроэлементы, а также антиоксиданты с высоко выраженной способностью к обрыву цепи свободного радикального окисления и вещества, предохраняющие мембраны клеток при стрессовых воздействиях [24; 35]. В результате жизнедеятельности грибы способны осуществлять биотрансформацию определенных субстратов, вследствие чего можно получить такие ценные продукты, как стероиды, а используя дрожжевое брожение – спирт и хлеб. Кроме перечисленного, с использованием грибов возможно осуществлять биологический контроль за размножением вредных насекомых, нематод и фитопатогенных микроорганизмов [13; 17; 35].

В последние годы внимание исследователей во многих странах направлено на изучение возможности использования грибов в качестве источника биологически активных и лечебных

веществ. Особое место здесь занимают трутовик лакированный (*Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst), шиитаке (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing) и *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc., используемые в лечебных целях в народной медицине Востока более двух тысяч лет. Не только эти три, но и другие виды грибов содержат биологически активные вещества и обладают целебными свойствами [24; 33; 37; 40; 41; 43; 45; 46].

Велика и негативная роль грибов в природных условиях, прежде всего в качестве множественных возбудителей болезней растений (фито-

патогенных), животных и человека. Необходимо отметить также биоповреждающую деятельность грибов, вследствие чего происходит биодеструкция и преждевременный износ созданных человеком материалов, изделий, конструкций и сооружений [18; 19; 21; 23; 34; 42; 44].

Проводимые авторами в течение многих лет исследования в области экспериментальной микологии и биотехнологии направлены на создание ряда биопрепаратов и технологий, которые нашли применение в ряде хозяйственных отраслей (табл.).

Таблица

Области применения результатов опытных биотехнологических разработок на основе грибных продуцентов

Продукция	Опытные препараты	Растениеводство	Лесное хозяйство	Тепличное хозяйство	Животноводство	Рыбоводство	Кожевенная промышленность	Пищевая промышленность	Медицина и фармакология	Экология
Средства защиты растений	Боверин	*	*	*						
	Пециломин	*	*	*						
	Вертициллин	*		*						
	Метаризин	*								
	Триходермин	*	*	*						
	Трихотецин	*		*						
Стимуляторы роста и защиты растений	Гумат натрия + триходермин	*	*	*						
Ферментные препараты	Нейтральные протеазы						*			
	Сериновые протеазы						*			
	Хитиназа					*				
	Целлюлаза				*					
	Протеазы и пептидазы						*			
Кормовой белок	Биомасса <i>P. ostreatus</i>				*	*				
Пищевые грибы	Сырая и сухая биомасса грибов				*	*		*		
Лекарственные грибы	Экстракты, настойки, сухая биомасса				*			*	*	
Пигменты	Водорастворимые и неводорастворимые биополимеры (меланины)				*			*	*	
Извлечение золота из золотосодержащих руд	Биомасса грибов									*

В систематическом плане штаммы-продуценты относятся к царству Fungi (Mycota, Mycetalia) – настоящие грибы и представлены отделами Ascomycota, Basidiomycota и группой анаморфных, несовершенных, или митоспоровых грибов (у аскомицетов выражены две стадии развития: *анаморфа*, в которой организм размножается бесполом путём, и *телиоморфа*, в которой он формирует половые структуры. Анаморфа и телиоморфа не схожи, в зависимости от условий организм может переходить из первой стадии во вторую, в результате чего часто один и тот же аскомицет описывается как два разных вида) [16].

В отделе Ascomycota изучались грибы из порядка Clavicipitales: *Cordyceps militaris* (Fr.) Link. (анаморфа *Cephalosporium militare* (Y. Kabayasi), *C. lecanii* Zimm.), *Cordyceps acicularis* Ravenel ex Berk., *Cordyceps sp.* (анаморфа *Paecilomyces farinosus* (Dicks. ex Fr.) Brown et Smith).

В отделе Basidiomycota изучались в основном грибы, несущие биологически активные вещества (лекарственные), либо виды, плодовые тела которых употребляются в пищу (съедобные). В системе грибов изучаемые виды относятся к классу Basidiomycetes, известной группе базидиальных грибов – гименомицетов, в которой находится основная масса видов съедобных грибов. Некоторые из них (*A. bisporus*, *P. ostreatus*, *L. edodes* и др.) научились выращивать как сельскохозяйственные растения.

Большая часть изучаемых нами грибов относятся к анаморфным, несовершенным, или митоспоровым грибам класса Nyphomycetes, порядка Nyphomycetes, родам *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Metarrizium*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Acremonium*, *Aspergillus*.

Ниже представлен краткий обзор ряда видов грибов, на основе которых в результате исследований коллектива лаборатории биотехнологии НИИ биологии при ИГУ разработаны и частично внедрены в производство ряд перспективных биопрепаратов и технологий, применяющихся в вышеперечисленных направлениях.

#### *Микробиологическая защита растений*

Штамм *Beauveria bassiana* Cl67-13 п с повышенной вирулентной активностью – продуцент препарата боверина, активного против нестадных саранчовых, вредителей защищенного грунта (трипсов, тепличной белокрылки) (коллекция ВНИИ защиты растений, разработчик

НИИ биологии при ИГУ) [1]. Штамм также является продуцентом нейтральных протеаз.

Морфолого-культуральные признаки штамма. На агаризованной среде Чапека и сусло-агаре гифы септированные, размером 1,9–3,0 мкм по ширине. Конидиеносцы в виде боковых веточек, отходящих от конидиеносных гиф, слабо дифференцированы, прямые, ровные по всей длине или несколько вздутые у основания и утончающиеся к вершине. Вершина имеет зигзагозубренный вид. Конидиеносцы расположены одиночно или венчиком. Конидии варьируют по форме от округлых, почти шаровидных, размером 1,6–3,7 мкм до слегка овальных, вытянутых с размерами 2,0–2,2×2,8–3,5 мкм.

Штамм растет при 10–35 °С. Оптимальная температура для роста 26 °С, pH среды 5,5–5,8. Хорошо культивируется на многих органических и минеральных средах: пшене, сусле, дрожжевой среде Чапека, отварах овса, картофеля, гороха и др. На среде сусло-агар колонии мучнистые, слегка приподняты над субстратом, размером 7–12 мм, с возрастом мицелий приобретает желтоватый оттенок. На неохмеленном пивном сусле мицелий белый, мучнисто-войлочный в начале роста, позже мучнистый. На разваренном пшене грибница плотно обволакивает каждое зерно, мицелий белый с легким желтоватым оттенком. Для массового размножения можно использовать разваренное пшено с последующим засевом крупнодисперсной питательной среды с инертными наполнителями.

*B. bassiana* Cl67-13 п в лабораторных опытах вызывает 100%-ную смертность особей нестадных саранчовых на 7–10-й день со дня заражения. При использовании грибного препарата с титром 2 млрд/г жизнеспособных конидий и расходом 5 кг на 1 га в полевых опытах против нестадных саранчовых гибель насекомых составила 85,7 %. Погибшие от гриба личинка или нимфа тепличной белокрылки приобретают кирпичный, иногда малиновый цвет. Особи, мумифицируясь, съеживаются и светлеют. Мучнисто-войлочная грибница вокруг погибших особей появляется в виде ободка, при избытке влаги наблюдается рост гриба по всей поверхности насекомого. Сибирская кобылка после гибели мумифицируется, во влажных условиях на покровах насекомого появляется мицелий, вначале белый войлочный, со временем становится мучнистым.

Штамм *B. bassiana* 80 № 4 – продуцент препарата боверина, активного против тепличной белокрылки, тлей и трипсов (коллекция ВНИИ защиты растений (г. Санкт-Петербург)) [3] – характеризуется теми же свойствами, что и предыдущий.

Штамм *B. bassiana* 70И – продуцент препарата боверина, активного против вредителей растений защищенного грунта и шишек и семян хвойных пород (коллекция ВНИИ защиты растений (г. Санкт-Петербург)) [26] является также продуцентом сериновых протеаз. Штамм отобран из серии вирулентных изолятов, активных в отношении вредных насекомых с примерно равными биологическими особенностями и пониженной аллергенностью в отношении теплокровных животных и человека.

Морфолого-культуральные признаки штамма. Колонии округлые, слегка приподнятые над субстратом, на 7-й день культивирования достигают 5–7 мм в диаметре, на 14-й день – 7–11 мм. Мицелий белый, мучнистый. Конидиеносцы короткие, зачастую ветвящиеся, средних размеров, располагаются в виде многочисленных скоплений вдоль гиф. Конидиеносцы с конидиями не создают округлых темных головок, а располагаются по всей толще грибницы. Толщина мицелия 1,8–2,8 мкм. Конидии яйцевидные или несколько округлые, 2,2–3,0 мкм.

На личинках *Galleria mellonella* L. мицелий белый, обильный, вначале войлочно-мучнистый, с возрастом порошащий; на имаго *Gomphoceris sibiricus* L. вначале наблюдается рост белого мицелия между сегментами, впоследствии по всему покрову порошащий; на имаго *Trialeurodes vaporariorum* Westw. мицелий белый, обильный, с возрастом мучнистый.

Гриб хорошо растет на отварах свеклы, моркови, а также на твердых питательных средах: пшено, овес, ячмень. Наиболее интенсивный рост на среде Чапека с добавлением 0,5 % дрожжей, слабее – на сусле-агаре. Штамм растет при 12–30 °С, оптимальная температура 24–25 °С, рН среды 5,2–5,8.

Штамм микромицета *Paecilomyces burci* – продуцент препарата пециломина против 28-пятнистой картофельной коровки [5]. Эпизотийный штамм, вызывающий гибель картофельной коровки на больших площадях сельскохозяйственных посевов. Штамму присвоен № Бл-2, в коллекции ВНИИ защиты растений (г. Санкт-Петербург) депонирован под № 7.

Штамм выделен из имаго 28-пятнистой картофельной коровки с последующими моно-

рассевом на агаризованную среду Чапека с дрожжами и отбором наиболее вирулентных колоний.

Морфолого-культуральные признаки штамма. На агаризованной среде Чапека при 24 °С колонии мелкие: на 7-й день до 4 мм, а на 10–14-й день – 7–10 мм, приподняты над субстратом, в центре колонии точечное возвышение. На агаризованных отварах свеклы, моркови колонии 13–18, 14–20 мм соответственно, сначала белые шерстистые, с возрастом становятся порошащими сероватыми. Гифы воздушного мицелия ползучие, ветвящиеся, септированные, 2,2–2,7 мкм в диаметре. Реверзум желтого цвета. Конидиеносцы короткие, 9,7–33 мкм длиной, фиалиды расширенные к основанию и несколько суживающиеся к вершине, 6–8 мкм высотой, у основания до 2,4–2,6 мкм толщиной, у верхушки до 1,6 мкм. Конидии в длинных цепочках от 17 до 25–30 штук, от овальных 2,4–2,8×3,6–3,8 мкм до шаровидных, варьирующих в размере от 2,8 до 3,6 мкм. Погибшие от гриба личинки имаго 28-пятнистой картофельной коровки во влажных условиях покрываются мицелием сероватого цвета.

Гриб растет в широком интервале температур от 7 до 35 °С и рН среды от 3 до 8, оптимальные значения рН 5–6, температуры 24–27 °С.

Штамм не токсичен для теплокровных, не имеет маркерных признаков, хранится на агаризованных средах Чапека с дрожжами (0,5 %), 7%-ном неохмеленном пивном сусле в холодильнике.

Для определения вирулентных свойств гриба *P. burci* (Poll) Thom № 7 по отношению к 28-пятнистой картофельной коровке проведены лабораторные и полевые опыты. При производственных испытаниях дал положительные результаты. Возможно использование против стволовых вредителей при заготовке строевой древесины.

Штамм энтомопатогенного гриба *Cephalosporium lefroyi* 77/24 – продуцент препарата вертициллина, вирулентного для многолетних нестальных саранчовых [2].

Штамм способен вызывать гибель сибирской, темнокрылой, белополосой, лесной бескрылой кобылок при экспериментальном микозе. Выделен из погибших особей сибирской кобылки, собранных в природе, с последующим моноспоровым рассевом после пассажа через указанных выше насекомых.

Морфолого-культуральные признаки штамма. На агаризованных питательных средах, содержащих пивное сусло и дрожжевой экстракт, гриб образует плоские округлой формы колонии с плотным белым войлочным мицелием. На агаризованной среде Чапека колонии медленно растущие, округлой формы. Мицелий бархатистый, переходящий с возрастом в плотный, слегка мучнистый, одинаковый по всей колонии. Пигментация конидиального слоя белая, в нижней части колонии ярко-желтая. Мицелий на насекомых поверхностный, войлочный, белый. Конидиеносцы размером 15,3–25,8 мкм, простые, одиночные, чаще супротивно расположенные, утолщенные у основания, размером 1,3–2,0 мкм и заостренные к вершине. Конидии продолговатые или узкоовальные с закругленными концами, варьируют в пределах 2,4×4,8–1,1×1,9 мкм. Конидии в темных головках размером 15,0–17,6 мкм на концах конидиеносцев.

Гриб хорошо растет на отварах гороха, свеклы, моркови, слабо – на отваре картофеля. Растет в широком интервале температур – 7–35 °С. Оптимальная температура 24–26 °С. Оптимальное значение pH среды от 5,5 до 6,5, слабый рост при pH 3 и 10.

Гриб на основе штамма *C. lefroyi* 77/24, полученный на среде Чапека с добавлением 2,5 % дрожжей и на разваренном пшенице, проявляет наивысшую вирулентность, в лабораторных опытах на 7–9-е сутки, вызывая 100 %-ную гибель вышеперечисленных видов кобылок. В полевых опытах при обработке препаратом на 10–14-е сутки погибают до 87 % кобылок.

Биопрепарат дал положительные результаты при обработке пораженных нестадными саранчовыми заливных полей Усть-Ордынского округа Иркутской области.

Штамм гриба *C. lecanii* (= *V. lecanii*) AG-P82 – продуцент препарата вертициллина для борьбы с тепличной белокрылкой и тлями (коллекция ВНИИ защиты растений (г. Санкт-Петербург)) под номером ВИЗР № 6 [4]. Является продуцентом хитиназы.

Штамм отобран из серии вирулентных изолятов, выделенных из географически различных местообитаний преимущественно из насекомых отряда *Homoptera* по признаку адгезивной способности, авторами ему присвоен номер AG-P82.

Обладая повышенной хитиназной активностью, штамм может быть использован в промышленном рыбоводстве (производство кор-

мов для личинок рыб) для декапсуляции яиц ракообразных.

Морфолого-культуральные признаки штамма. Колонии на среде Чапека округлые складчатые, разделены на центральную и периферическую части, на 7-й день культивирования достигают 10–17 мм в диаметре, на 14-й день – 20–27 мм. Мицелий белый, шерстистый, по краям колоний с образованием мицелиальных тяжей.

На личинках *G. mellonella* L. мицелий войлочный, точно порошащий, обильный, белый; на имаго *T. vaporariorum* мицелий войлочный, с возрастом порошащий, плотный, белый.

Гифы тонкие септированные, конидиеносцы одиночные, простые, расширенные у основания 1,5–2,0 мкм, сужающиеся к вершине до 1 мкм, или из одного междоузлия выходят до четырех конидиеносцев длиной 15–32 мкм. Конидии в темных округлых головках 12–27 мкм, бесцветные, узкоовальные или продолговатые с закругленными концами, (2,4–5,4) × (1,6–4,2) мкм.

Культура хорошо растет на отварах свеклы, моркови, а также на твердых питательных средах: пшенице, ячмене. Наиболее интенсивный рост на среде Чапека с добавлением 0,5 % дрожжей, слабее растет на сусло-агаре. Штамм растет при 15–32 °С, оптимальная температура 24–26 °С, pH среды 5,4–6,0.

При концентрации конидий  $4 \cdot 10^7$  в 1 мл препарата штамм *C. lecanii* ВИЗР № 6 (AG-P82) вызывает гибель 92,5–100 % особей тепличной белокрылки.

Штамм *Metarhizium anisopliae* Mn № 7 – продуцент препарата метаризина, активного против личинок жуков-щелкунов. Эпизоотийный штамм выделен на картофельном поле из мест скопления погибших личинок. На погибших насекомых цвет мицелия вначале белый, со временем – бутылочно-зеленый. При помещении погибших насекомых на влажную среду по всей поверхности тела насекомого появляются порошащие конидиеносцы. Конидиеносцы короткие, простые или дихотомически разветвленные, с короткими стеригмами, на концах которых образуются цепочки удлиненно-цилиндрических конидий, 4,4–7,5×1,8–3,7 мкм, зеленовато-оливковые до темно-зеленых, сильно порошащие.

Штамм гриба способен поражать значительное количество видов вредных насекомых, одна из возрастных стадий которых проходит в почве, чаще всего встречается на представителях отряда *Coleoptera*: долгоносиках, хрущах,

щелкунах (особенно на личинках щелкунов – проволочниках). Биопрепарат испытан в производственных условиях на посадках картофеля: при заражении им картофельных полей во влажные годы отмечены несколько эпизоотий среди насекомых.

В последнее время значительно расширились исследования по повышению урожайности сельскохозяйственных культур закрытого грунта путем внесения в почву органических удобрений в виде лигноцеллюлозных компостов и средств защиты растений от фитопатогенных почвенных грибов. Растет необходимость в использовании препарата комплексного действия против возбудителей болезней растений закрытого грунта и для утилизации лигнина, входящего в состав лигнифицированных компостов, грунтосмесей.

Штамм *Trichoderma viride* 81/17 – продуцент препарата триходермина. Предлагаемый нами штамм оказывает угнетающее действие на такие фитопатогенные грибы, как *Verticillium dahliae*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum*, *Botrytis cinerea*, и одновременно утилизирует лигнифицированные субстраты, входящие в состав грунтосмесей закрытого грунта.

Штамм *T. viride* 81/17 выделен из почв пахотного поля после раскорчевки леса. Морфолого-культуральные признаки штамма. На агаризованной среде Чапека мицелий вначале белый, по мере появления конидиеносцев с конидиями переходит в темно-зеленый, войлочно-мучнистый, вегетативные гифы размером 4,5–4,8 мкм. Конидиеносцы многократно разветвленные, в виде боковых гиф, бесцветные. Стеригмы бутылевидные, иногда грушевидные в мутовках по 2–5 шт. или одиночные, размерами 10–15,6×2,4–2,1 мкм. Конидии варьируют по размерам и форме, встречаются округлые 5,0–4,2 мкм, овальные 5,1–5,9×5,7–4,6 мкм, собраны в головки темно-зеленого цвета.

Штамм хорошо растет на агаризованных средах: неохмеленном пивном сусле и Чапека. Для хранения можно использовать среду Чапека. Температура хранения 15–20 °С или в холодильнике при 5 °С. Гриб растет при температуре 12–30 °С, оптимальная температура 20–26 °С, pH 5,0–6,4.

Массовое размножение гриба возможно на соломе, ячменной лузге, древесных опилках, пропитанных минеральной средой (МС-1), (г/л): сахароза – 10; NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 5; суперфосфат – 5; MgSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O – 0,5; KCl – 0,5; опилки, солома или лузга ячменя – 30; вода – 1000.

Использование предлагаемого штамма *T. viride* 81/17 обеспечивает утилизацию труднominерализуемых лигнифицированных отходов промышленности и агропромышленного комплекса, уничтожает возбудителей болезней растений, что позволяет снизить применение пестицидов при выращивании сельскохозяйственных растений и получать диетическую растительную продукцию.

Станцией защиты растений в Иркутской области проведены производственные испытания грибного препарата «Триходермин-экстра» на основе *T. viride* 81/17, гуматов и микроэлементов против болезней зерновых культур. В 2002–2007 гг. биопрепаратом обработаны 67 тыс. га зерновых полей. Прибавка урожая составила 1,5 ц/га. Производство препарата осуществлено ООО «Стерх-Агро» (г. Усолье-Сибирское). Для испытаний произведены 40,6 т жидкой нативной культуры *T. viride*.

Штамм *T. viride* 119/80 – продуцент препарата триходермина. Морфолого-культуральные признаки штамма. На агаризованной среде Чапека мицелий бесцветный, распростертый, быстро растущий. Дерновинки подушковидные, более или менее выпуклые, сначала белые, потом темно-зеленые, реже желто-зеленые. Конидиеносцы в виде боковых ответвлений гиф, вильчато- или тройчато-разветвленные, бесцветные. Стеригмы бутылевидные или конусовидные, расположенные мутовками по 2–3 или одиночные, слегка изогнутые, размерами 6–13×2,5–4,5 мкм. Конидии округлые, размерами 2,5–3,75 мкм в диаметре, собранные в головки, в массе желто-зеленые или темно-зеленые. Иногда образуют толстостенные, округлые хламидоспоры.

Штамм хорошо растет на агаризованных средах: неохмеленном пивном сусле, Чапека, отварах моркови и свеклы. Гриб растет при температуре 12–30 °С, оптимальная температура 22–26 °С, pH 4,6–6,4. Для хранения можно использовать среду Чапека. Температура хранения 15–20 °С или в холодильнике при 5 °С.

Массовое размножение возможно на ячмене, ячменной лузге, отрубях с соломой-сечкой.

Антагонистические свойства: угнетает рост тест-грибов *V. dahliae*, *F. moniliforme*, *B. cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Cladosporium cucumerinum*, *Ascochyta cucumeris*.

Биопрепараты на основе *T. viride* 81/17 и 119/80 нарабатываются биологическими лабораториями тепличных хозяйств и используются в теплицах для опудривания против грибных фитопато-

генных возбудителей семян и вегетирующих растений в течение всего сезона.

Штамм *T. roseum* Tr.86 – продуцент препарата трихотецина. Активный гиперпаразитный гриб, выделяющий антибиотик трихотецин в культуральную жидкость (КЖ) при культивировании на питательных средах. Используется для защиты растений против мучнистой росы и ряда других фитопатогенных грибных возбудителей на огурцах и других растениях.

Гриб имеет розовый или красновато-розовый распростертый мицелий. Конидиеносцы простые, прямостоячие, 100–110×8–11 мкм. Конидии овально-цилиндрические, крупные, двухклеточные, 12–21×6–10,5 мкм.

В качестве основы препарата используется КЖ гриба, приготовленная на жидких питательных средах. Культивирование гриба осуществляется на качалках или в ферментерах. КЖ используется в защищенном грунте в разведении 1:6 против мучнистой росы на огурцах. КЖ может использоваться и при защите корнеплодов моркови от белой и серой гнили в овощехранилищах.

#### *Препараты для защиты растений и стимуляции роста*

Предложен комплексный препарат для стимуляции роста и защиты растений от болезней, включающий постоянно (во весь период вегетации) действующий биофунгицид триходермин, изготовленный на основе *T. viride* 81/17 и 119/80 и подавляющий развитие многих фитопатогенных грибов в почве, и гуматы, стимулирующие рост и развитие растений [31]. Комплексный препарат для растениеводства назван Гумат-7Био.

Использование Гумата-7Био для обработки семян пшеницы из расчета 1 кг препарата на 1 т семян позволило выявить ряд положительных свойств. Это, прежде всего, синергетический эффект (усиление действия друг друга) гумата и триходермина, выражающийся в ускорении прорастания семян пшеницы с защитой ее от фитопатогенов в условиях зараженной культуры.

#### *Ферментные препараты*

Как уже отмечалось выше, ряд штаммов грибов в процессе роста выделяют в культуральную жидкость разного рода ферменты.

Так, штамм *B. bassiana* С167–13 п является также продуцентом нейтральных протеаз. Разработан способ обработки кожевенного сырья, с помощью которого отмоку, обезволаживание

и золение кож проводят совмещенно в одном растворе КЖ данного штамма, содержащем нейтральные протеазы, в течение 8–12 ч при рН 6,8–7,2 [27].

Штамм *B. bassiana* 70И продуцирует сериновые протеазы. Разработан способ обработки рыбьей кожи, включающий отмоку, золение и рыхление чешуйных карманов с использованием ферментного раствора, приготовленного на основе КЖ *B. bassiana* 70И, содержащей сериновые протеазы [36]. Процесс осуществляют при рН 6,5–7,0 в течение 8–12 ч.

Штамм *V. lecanii* известен как продуцент хитиназы. Разработан способ подготовки к инкубации использующихся в промышленном рыбоводстве покоящихся яиц ракообразных, который может быть использован при производстве стартовых кормов для личинок рыб [6]. Способ основан на способности грибов продуцировать фермент хитиназу в КЖ, которая декapsулирует яйца ракообразных, растворяя их хитиновую оболочку.

Штамм *T. viride* 7Ц, будучи продуцентом целлюлазы, используется для улучшения структуры грунтосмесей защищенного грунта и в качестве антагониста возбудителей корневых гнилей.

Штамм быстрорастущий, мицелий ветвистый, гифы гладкие, со временем темно-зеленые. Конидиеносцы в головках, крупные, несколько рыхлые, в головках 12–15 конидий. Конидии округлые, блестящие, варьируют в размерах, 4,5×5,5 мкм. Хламидоспоры интеркалярные, реже терминальные, неокрашенные, 2,7–4,2 мкм в длину. Обратная сторона колонии окрашена в светло-желтый цвет, хорошо растет на древесных отходах.

Продуцент может использоваться для конверсии соломы, древесных опилок и другого лигноцеллюлозного субстрата, что приводит к обогащению грунтосмеси органическим веществом, в то же время гриб обладает антагонистической активностью в отношении ряда фитопатогенных возбудителей болезней растений.

Штамм отобран из серии природных изолятов на минеральной среде, где единственным источником углерода была фильтровальная бумага Ватман 1.

Препарат нашел широкое применение на крупных тепличных производствах, где основу грунтосмесей составляли опилки древесных пород.

Штамм *Acremonium verticillatum* является продуцентом протеазы и пептидазы. КЖ гриба содержит смесь активных протеаз и пептидаз и

может использоваться в кожевенной промышленности для обработки сырья.

Исходный штамм выделен из личинок жесткокрылых.

Морфолого-культуральные признаки штамма. Мицелий белый, войлочный, полностью покрывает насекомое. Конидиеносцы в виде боковых ответвлений короткие, 30–50 мкм, прямые, к вершине сужаются. Конидии одиночные, бесцветные, одноклеточные, овальные,  $2,7 \times 4,0$  мкм. Штамм гриба обильно растет на зерновых средах и отварах зерновых. На жидкой среде Чапека с отваром дрожжей наблюдается высокий выход в КЖ экзопротеаз и пептидаз.

Препарат состоит из КЖ (мицелий + бластоспоры + ферменты), полученной глубинным способом в ферментаторах, его протеолитическая активность составляет 37 000–40 000 ед/г. Препарат предназначен для использования в кожевенной промышленности (мягчение, зольение, обезволашивание кож КРС, овчины).

#### Съедобные грибы

*Pleurotus ostreatus*, вешенка обыкновенная, устричная. Шляпка гриба 5–20 см в диаметре, округлая, выпуклая или воронковидная, гладкая, не слизистая, пепельно-серая, в зрелости – желтоватая. Пластинки нисходящие, широкие, белые или желтеющие с перемычками. Ножка сплошная, белая, гладкая, 2–4 см высотой до 3 см шириной. Растет группами на пнях и стволах различных лиственных пород. При искусственном культивировании может расти друзами весом до нескольких килограммов.

Морфолого-культуральные признаки. На зерновых средах мицелий белый, быстрорастущий, у зрелой культуры уплотненный, прижат к субстрату. В чашках Петри на агаризованной среде мицелий белый, плотный с отчетливым древовидным рисунком, на 20-й день культивирования иногда появляются мелкие плодовые тела с сформированными шляпками и ножками.

*Agaricus bisporus*, шампиньон двуспоровый. Шляпка 3–8 см в диаметре, округлая с загнутым краем и остатками частного покрывала на нем в виде тонких хлопьев. Имеются три разновидности двуспорового шампиньона: белая, кремовая и коричневая. Мякоть гриба на изломе приобретает легкий красный цвет. Ножка от 3 до 10 см высотой, 3–4 см шириной, гладкая, цилиндрическая, с возрастом поляя.

В природных условиях встречается нередко на навозных или компостных кучах большими

группами. В больших объемах культивируется в искусственных условиях в специальных культивационных помещениях. При выделении вегетативного мицелия кусочек ножки, взятый у основания, помещают в центр чашки на агаризованную среду с отваром корнеплодов. Грибница быстро растет, распространяется по агару мицелиальными белыми тяжами радиально во все стороны.

В Иркутской области освоено производство шампиньонов и вешенки. Разведением грибов занимаются в основном небольшие частные фирмы.

В лаборатории экспериментальной биотехнологии НИИ биологии поддерживается коллекция штаммов съедобных грибов, а также осуществляется подготовка специалистов-грибоводов.

#### Лекарственные грибы

*L. edodes*, сиитаке (шиитаке). Искусственно выращивается в странах Юго-Восточной Азии уже более 2 тыс. лет. Сиитаке растет на отмерших деревьях: дубе, грабе, каштане, каштаннике (дереве шии). Шляпка гриба от 5 до 25 см в диаметре, в молодом возрасте выпуклая, затем в центре появляется углубление. Поверхность шляпки сухая, покрыта чешуйками, по краям бархатистая, желто-коричневого или темно-бурого цвета. Пластинки вначале желто-белые, с возрастом буроватые. Ножка жесткая, цилиндрическая, 3–5 см высотой, белого или буроватого цвета. При подготовке посевной культуры или при выращивании вегетативного мицелия на отварах зерновых культур пленка гриба вначале белая, на 10–14-й день на поверхности пленки появляется буроватый цвет, и плодовые тела вначале шаровидные, с возрастом формируется шляпка и ножка размерами от 0,5 до 2 см.

*G. lucidum*, трутовик лакированный. Дереворазрушающий гриб, в Китае носит название «линг чи», в Японии – «рейши». Развивается у основания ослабленных деревьев, на пнях бука, ореха, дуба, каштана, клена, реже ели. На юге России встречается в широколиственных лесах. Запасы этого гриба обнаружены и в Алтайском крае. Отмечен в ряде регионов Восточной Сибири.

Плодовые тела трутовика лакированного 3–10 см в диаметре имеют округлую уплощенную форму, веерообразные или палочкообразные с древесиноподобной текстурой, окраска шляпки от тускло-красной до почти черной, будучи сырой, шляпка выглядит лаковой. Ба-

зидиоспоры трутовика лакированного темно-коричневые, эллипсоидные, бородавчатые, размерами 6–12,5×5–8 мкм.

При искусственном выращивании на разваренном овсе мицелий белый, тяжистый, обильный, на жидких питательных средах (отвары овса, ячменя, пшеницы) белый, плотный с точечными желтыми вкраплениями. На зерновых средах при длительном культивировании появляются одиночные копьевидные тела.

*C. militaris*, кордицепс военный обнаружен на зимующих личинках сибирского шелкопряда в лесной подстилке. Зараженные кордицепсом насекомые встречены нами на обширной площади кедрового массива в долине р. Быстрой (Слюдянский район Иркутской области). Одиночно гриб встречался также на куколках ивовой волнянки. Другой вид – *C. acicularis* обнаружен в лесной подстилке на жуках большого соснового долгоносика и встречался спорадически в течение нескольких лет.

На личинках сибирского шелкопряда строма одиночная, реже двойная, высотой 3–5–7 см. Головка несколько ланцетовидная, ярко-оранжевая, со временем темнеющая, 0,4–3 см длиной, ножка тоньше, с коричнево-серым оттенком. Перитеции залегают близко к поверхности, располагаются прямо, яйцевидные, 400–780×180–340 мкм. Сумки головчатые, 20–270×3,5 мкм. Споры распадаются на цилиндрические членики, 2–3×1 мкм.

В лаборатории экспериментальной биотехнологии освоено культивирование лекарственных грибов в стационарных условиях на жидких и твердых питательных средах. В качестве питательных сред используются зерновые культуры (пшеница, овес, ячмень), кукурузная мука и их отвары.

#### Пигменты

Штамм микромицета *Aspergillus carbonarius* (Bainier) Thom является продуцентом пигмента меланина [28]. Штамм характеризуется следующими морфолого-культуральными особенностями. На агаризованной среде Чапека с дрожжами растет довольно быстро, образует воздушный белый или серый мицелий. Конидиальные головки угольно-черные. Конидиеносцы бесцветные, внизу серые, серо-коричневые у вершины, 3–6 мм высотой, иногда выше, до 25 мкм в диаметре, с гладкими толстыми стенками до 4 мкм толщины с шаровидной головкой до 90 мкм в диаметре. Стеригмы двурядные: стеригмы первого ряда черные в массе, иногда с перегородками, 20–45 мкм в

маленьких головках и до 130 мкм в больших, 3–6 мкм шириной. Стеригмы второго ряда 8–14×3–6 мкм, не такие вариабельные. Конидии вначале гладкие, при созревании шероховатые, 5–11 мкм в диаметре.

На средах, богатых органическим азотом, после 10–14-дневного культивирования продуцируется внеклеточный черный пигмент – меланин, окрашивая среду до угольно-черного цвета.

Максимальный выход биомассы зафиксирован на среде Чапека, где источник углерода – глюкоза, меньший – на среде с сахарозой, лактозой, сорбитом, дульцитом, инозитом, мальтозой. Плохо растет на среде с ксилозой и маннитом.

Хорошо растет на отварах свеклы, моркови, картофеля, гороха, ячменя, овса, пшеницы, пшени, слабый рост отмечен на отваре риса.

На отварах ячменя, овса, пшени, пшеницы и среде Чапека с пептоном, гликоколем, дрожжами в культуральную среду продуцируется меланин, окрашивая ее в черный цвет.

Гриб растет в широком интервале температур – от 9 до 35 °С и рН среды от 3 до 8, оптимальные значения рН среды 5–6, температура 22–27 °С. Штамм нетоксичен для теплокровных, не имеет маркерных признаков, хранится на агаризованных средах Чапека с дрожжами, 7%-ном неохмеленном пивном сусле в холодильнике. Пересев через 6 мес.

Разработаны производство и технический регламент неводорастворимого меланина и водорастворимого растительного меланина с концентрацией парамагнитных центров (ПМЦ)  $8 \cdot 10^{17} - 1 \cdot 10^{18}$  спин/г [30]. Подобная концентрация ПМЦ защищает организм человека, выполняя роль активного антиоксиданта и радиопротектора.

Нерастворимый меланиновый пигмент может использоваться как средство дистанционного действия при лечении различных функциональных, органических, структурных патологических и предпатологических состояний.

Специалистами лаборатории разработан коммерческий препарат Фитоцен, который относится к группе черных и коричневых водорастворимых длинноцепочных биополимеров. Водорастворимый Фитоцен выделен из гречневой лузги методом щелочной экстракции с последующим осаждением кислотным гидролизом и дальнейшей очисткой рядом реагентов. Препарат находится на стадии внедрения, проходит проверку в Институте питания РАМН как пищевая добавка.

Создан ряд лечебно-профилактических напитков, содержащих водорастворимый растительный меланин. Меланиновый пигмент в напитке выступает в качестве пищевой добавки, сочетающей свойства антимуутагена и красителя [29].

*Извлечение золота из растворов и различных золотосодержащих руд.*

*Oospora sajanica*, ооспора саянская обладает большой сорбционной емкостью и может использоваться для быстрого извлечения золота из растворов [7]. Штамм *Oospora sp.* не был описан ранее, обнаружен на погибших личинках медведицы бурой (*Phragmatobia fuliginosa* L.), и отличается от ранее известных морфологическими особенностями и спектром патогенности.

Наивысшую вирулентность штамм проявляет при выращивании на пшене, вызывая при этом полную гибель личинок павлиньего глаза (*Vanessa io* L.) и огневки еловых шишек (*Dioryctria abietella*).

Хорошо растет на обычных питательных средах. На агаризованном сусле мицелий плотный, мучнистый; на агаризованной молочной сыворотке – обильный войлочно-мучнистый. На агаризованной среде Чапека на 10-е сутки роста колонии достигают 2 см в диаметре, слаборастущие, сначала белые, с возрастом приобретающие серовато-кремовую окраску, мучнистые, с обратной стороны сначала бесцветные, потом коричневатые. Гифы воздушного мицелия септированные, сильно ветвящиеся, по всей колонии образуют скопления в виде пучков до 1 мм в высоту и 0,5 мм в ширину, особенно многочисленные по краю колонии. Конидиеносные гифы в виде боковых ответвлений, до 10 мкм в длину. Конидии удлинено-овальные или почти эллиптические, размерами 2,0–3,8×3,2–5,2 мкм, бесцветные, с зернистым содержимым, часто с многочисленными капельками жира, в цепочках. На погибших личинках павлиньего глаза налет гриба войлочномучнистый, белый в виде отдельных участков, вызывает полную мумификацию насекомого.

Описанные выше биотехнологии основаны на использовании микро- и макромицетов, выделенных из природных источников. Отличительной особенностью ряда разработанных технологий является многофункциональность штаммов, являющихся основой различных биопрепаратов. Большая часть оригинальных разработок защищена авторскими свидетельствами и патентами.

## Литература

1. А. с. 572163 СССР, МПИ<sup>7</sup> С 12 К 3/00. Штамм *Beauveria bassiana* С1 67-13 п / Б. Н. Огарков (СССР). – № 2363709/15 ; заявл. 14.04.76 (ДСП).
2. А. с. 751100 СССР МПИ<sup>7</sup>С 12 К 1/00. Штамм энтомопатогенного гриба *Cephalosporium lefroyi* 77/24, вирулентный для многоядных нестальных насекомых / Б. Н. Огарков, Г. Р. Огаркова (СССР). – № 2743651/30-15 ; заявл. 28.03.80 (ДСП).
3. А. с. 1115262 СССР, МПИ<sup>7</sup>А 01 N 63/00. Штамм *Beauveria bassiana* 80 № 4 для получения препарата против тепличной белокрылки / Б. Н. Огарков [и др.] (СССР). – № 3575851/30-15 ; заявл. 07.04.83 (ДСП).
4. А. с. 1312763 СССР, МПИ<sup>7</sup> А 01 N 63/00, с 12 N 1/14. Штамм гриба *Cephalosporium lecanii* Zimm для борьбы с тепличной белокрылкой (*Trialeurodes vaporariorum* Westw) / Б. Н. Огарков и [др.] (СССР). – № 3896532/28-13 ; заявл. 22.01.87 (ДСП).
5. А. с. 1505016 СССР, МПИ<sup>7</sup>С 1/14, А 01 N 63/04. Штамм микромицета *Paecilomyces burci* (Poll) Thom для получения препарата против 28-пятнистой картофельной коровки / Г. Р. Огаркова, Б. Н. Огарков, Н. Д. Гранина (СССР). – № 4289335/31-13 ; заявл. 05.05.87 (ДСП).
6. А. с. 1784146 Российская Федерация, МПИ<sup>7</sup> А 01 К 61/00. Способ декапсулирования яиц ракообразных *Artemia salina* / Т. А. Гиль и [др.] (РФ). – № 4889130/13 ; заявл. 10.12.90 ; опуб. 30.12.92, Бюл. № 48. – 3 с.
7. А. с. 1464467 СССР, МПИ<sup>7</sup> С 12N 1/14 // С 22 В 3/00. Способ отбора гифальных грибов для извлечения золота из растворов / Е. Д. Коробушкина, В. М. Трусков, Б. Н. Огарков (СССР). – заявл. 10.07.86 (ДСП).
8. Баев А. А. Биотехнология / А. А. Баев. – М. : Наука, 1984. – 320 с.
9. Барабой В. А. Структура, биосинтез меланинов, их биологическая роль и перспективы применения / В. А. Барабой // Успехи современной биологии. – 2001. – Т. 121, № 1. – С. 36–46.
10. Безбородов А. М. Ферментативные процессы в биотехнологии / А. М. Безбородов. – М. : Наука, 2008. – 335 с.
11. Билай В. И. Микроскопические грибы – продуценты антибиотиков / В. И. Билай. – Киев : Изд-во АН УССР, 1961. – 184 с.
12. Бриттон Т. Биохимия природных пигментов / Т. Бриттон ; ред. М. Н. Запрометов. – М. : Мир, 1986. – 422 с.
13. Вейзер Я. Микробиологические методы борьбы с вредными насекомыми / Я. Вейзер. – М. : Колос, 1972. – 638 с.
14. Воробьева Л. И. Микробиологический синтез витаминов / Л. И. Воробьева. – М. : МГУ, 1982. – 168 с.

15. Гарибова Л. В. Энциклопедия природы России. Грибы /Л. В. Гарибова, И. И. Сидорова. – М. : ABF, 1999. – 350 с.
16. Гарибова Л. В. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов / Л. В. Гарибова, С. Н. Лекомцева. – М. : Товарищество науч. изданий КМК, 2005. – 220 с.
17. Евлахова А. А. Энтомопатогенные грибы / А. А. Евлахова. – Л. : Наука, 1974. – 260 с.
18. Елинов Н. П. Токсигенные грибы в патологии человека / Н. П. Елинов // Проблемы медицинской микологии. – 2002. – Т. 4, № 4. – С. 3–7.
19. Микробная коррозия и ее возбудители / Е. И. Андреюк [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1980. – 288 с.
20. Мейнелл Дж. Экспериментальная микробиология (Теория и практика) / Дж. Мейнелл, Э. Мейнелл. – М., 1967. – 348 с.
21. Микробиологическое разрушение материалов : учеб. пособие / В. Т. Ерофеев [и др.]. – М. : АСВ, 2008. – 128 с.
22. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология / Т. Г. Мирчинк. – М. : МГУ. – 1988. – 220 с.
23. Митрофанов В. С. Плесени в доме (обзор) / В. С. Митрофанов, Я. И. Козлова // Проблемы медицинской микологии. – 2004. – Т. 6, № 2. – С. 10–18.
24. Огарков Б. Н. Биотехнологии на основе грибов / Б. Н. Огарков, Г. Р. Огаркова, Л. В. Самусенок. – Иркутск : Иркут. ун-т, 2005. – 234 с.
25. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М. : Мир, 1975. – 219 с.
26. Пат. 1795980 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> С 12 N 1/14, А 01 N 63/04. Штамм микроскопического гриба *Beauveria bassiana* для получения энтомопатогенного препарата / Огарков Б. Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель НИИ биологии при Иркут. гос. ун-те. – № 4872978/13 ; заявл. 08.10.1992 ; опубл. 15.02.93, Бюл. № 6. – 4 с.
27. Пат. 2002806 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> С 14 С 1/04 С 14 С 1/06. Способ обработки кожевенного сырья / Б. Н. Огарков, О. Б. Огарков; заявитель и патентообладатель Б. Н. Огарков, О. Б. Огарков. – № 5025415/12 ; заявл. 03.02.92; опубл. 15.11.93, Бюл. 41–42. – 2 с.
28. Пат. 2067996 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> С 12 Р 13/00, С 12 N 1/14// С 12 N 1/14, С 12 R 1:66. Штамм микромицета *Aspergillus carbonarius* (Vainier) Thom – продуцент меланина / Б. Н. Огарков, Н. Ф. Кашина (РФ); заявитель и патентообладатель Б. Н. Огарков, Н. Ф. Кашина. – № 94030551/13 ; заявл. 15.08.94, опубл. 20.10.96, Бюл. № 29. – 3 с.
29. Пат. N 2210952, Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 23 L 2/00, 2/38, 2/52. Безалкогольный напиток «Мелиссовый» / Б. Н. Огарков [и др.] (РФ); заявитель ООО Завод «Родник», патентообладатель Б. Н. Огарков [и др.]. – № 2000122469/13 ; заявл. 25.08.2000, опубл. 27.08.2003, Бюл. № 24. – 3 с.
30. Пат. N 2215761, Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> С 09 В 61/00. Способ получения пигмента красителя из растительного сырья / Б. Н. Огарков, Л. В. Самусенок (РФ); заявитель НИИ биологии при Иркут. гос. ун-те, патентообладатель Б. Н. Огарков, Л. В. Самусенок. – № 2000116048/13 ; заявл. 19.06.2000, опубл. 10. 11.2003, Бюл. № 31. – 3 с.
31. Пат. N 2305405, Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А 01 N 63/04 С 12 N 1/14 С 12 R 1/885. Препарат для стимуляции роста и защиты растений от болезни пшеницы / Б. Н. Огарков, В. И. Бутаков ; заявитель и патентообладатель Б. Н. Огарков, В. И. Бутаков. – № 2005122801/13 ; заявл. 27.01.05 ; опубл. 10.09.2007, Бюл. № 25. – 4 с.
32. Печуркин Н. С. Популяционные аспекты биотехнологии / Н. С. Печуркин, А. В. Брильков, Т. В. Марченкова. – Новосибирск : Наука, 1990. – 172 с.
33. Полисахариды мицелиарных грибов: новые биотехнологии и перспективы практического использования (обзор) / Е. П. Феофилова [и др.]. // Биотехнология и микробиология. – 1996. – Т. 32, № 5. – С. 483–492.
34. Проблемы сохранения жилой и производственной инфраструктуры городов от биоразрушения / В. А. Крыленков [и др.]. // Инфстрой. – 2003. – № 5. – С. 3–13.
35. Промышленная микология : учеб. пособие. / В. А. Галынкин [и др.]. – СПб. : Изд-во СПХФА, 2003. – 220 с.
36. Решение о выдаче патента на заявку № 93028749/12(027981), МПК<sup>7</sup> С14 С 1/04, 1/06, 13/00. Способ обработки рыбьей кожи / Б. Н. Огарков, О. Б. Огарков; заявл. 28.05.93.
37. Состав и биологическая активность внеклеточных полисахаридов ксилотрофных базидиомицетов / В. А. Чхенкели [и др.] // Сиб. мед. журн. – 2006. – № 8. – С. 70–72.
38. Феофилова Е. П. Пигменты микроорганизмов / Е. П. Феофилова. – М. : Наука, 1974. – 216 с.
39. Черепанова Н. П. Морфология и размножение грибов / Н. П. Черепанова, А. В. Тобиас. – М. : Академия, 2006. – 160 с.
40. Щерба В. В. Полисахариды ксилотрофных базидиомицетов / В. В. Щерба, В. Г. Бабицкая // Прикладная биохимия и микробиология. – 2008. – Т. 44, № 1. – С. 90–95.
41. Daniel S. Cellular and Physiological Effects of *Ganoderma lucidum* (Reishi) / S. Daniel // Mini-Reviews in Medicinal Chemistry. – 2004. – Vol. 4. – 873–879.
42. Kuhn D. M. Indoor mold, toxigenic fungi, and *Stachybotris chartarum*: infectious disease perspective/ D. M. Kuhn, M. A Ghannoum // Clinical Microbiology Reviews. – 2003. – Vol. 16. – P. 144–142.
43. Stamets P. Growing Gourment and Medicinal Mushrooms / P. Stamets. – Oxford : Ten Speed Press, 1993. – 552 p.
44. The effect of house design and environment on fungal movement in homes of bronchial asthma pa-

tients / K. Takatori [et al] // Mycopathologia. – 2000. – Vol. 152. – P. 41–49.

45. The Influence of Medicinal Mushroom Preparations on Mouse Tumors / S. Ivankovic [et al] // International J. Medic. Mushrooms. – 2004. – Vol. 6. – P. 107–116.

46. Wasser S. P. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides (review) / S. P. Wasser // Appl. Microbiol. Biotechn. – 2002. – № 3. – P. 258–274.

## Review of Micro- and macromycetes for biopreparation

B. N. Ogarkov, G. R. Ogarkova, L. V. Samusenok

Research Institute for Biology, Irkutsk State University, Irkutsk

**Abstract.** Three ecological groups of fungi with high adaptiveness, which occupies different niches and having considerable role in ecosystems are reviewed. All of reviewed fungi used in technologies are extracted from natural sources and characterized with high biological activity. Special interest have the medicinal fungi. Three of its recommended for practical use. All of studied strains of fungi are realized as the biopreparations for different purposes.

**Key words:** fungi, producents of preparations, micro- and macromycetes, melanines.

*Огарков Борис Никитович*  
*Научно-исследовательский институт биологии при*  
*Иркутском государственном университете*  
*664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3*  
*доктор биологических наук, профессор,*  
*зав. лабораторией экспериментальной биотехнологии*  
*тел (395 2) 24-30-77, факс (395 2) 34-00-07*  
*E-mail: bornik@bk.ru*

*Ogarkov Boris Nikitovitch*  
*Research Institute for Biology,*  
*Irkutsk State University*  
*3 Lenin St., Irkutsk, 664003*  
*D. Sc. of Biology, Prof.,*  
*Head of Laboratory of Experimental Biotechnology*  
*phone: (3952) 24-30-77, fax (3952)34-00-07*  
*E-mail: bornik@bk.ru*

*Огаркова Галина Родионовна*  
*Научно-исследовательский институт биологии при*  
*Иркутском государственном университете*  
*664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3*  
*кандидат биологических наук,*  
*ведущий научный сотрудник*  
*тел (395 2) 24-30-77, факс (395 2) 34-00-07*  
*E-mail: bornik@bk.ru*

*Ogarkova Galina Rodionovna*  
*Research Institute for Biology,*  
*Irkutsk State University*  
*3 Lenin St., Irkutsk, 664003*  
*Ph. D. in Biology,*  
*leading research scientist*  
*phone: (3952) 24-30-77, fax (3952)34-00-07*  
*E-mail: bornik@bk.ru*

*Самусенок Любовь Викторовна*  
*Научно-исследовательский институт биологии при*  
*Иркутском государственном университете*  
*664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3*  
*старший научный сотрудник*  
*тел (395 2) 24-30-77, факс (395 2) 34-00-07*  
*E-mail: bornik@bk.ru*

*Samusenok Lubov' Viktorovna*  
*Research Institute for Biology,*  
*Irkutsk State University*  
*3 Lenin St., Irkutsk, 664003*  
*senior research scientist*  
*phone: (3952) 24-30-77, fax (3952)34-00-07*  
*E-mail: bornik@bk.ru*