

## Раздел 11

# КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ СЪЕДОБНЫЕ ГРИБЫ

### ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СЪЕДОБНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ГРИБА СИИТАКЕ *LENTINUS EDODES* (BERK.) SING

Бисько Н. А., Митропольская Н. Ю.

Институт ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины  
Украина, 01601, Киев-1, ул. Терещенковская, д. 2

Изучены особенности физиологии роста мицелия более 50 штаммов *L. edodes* на твердых питательных средах и растительных субстратах. Наиболее высокий ростовой коэффициент был зафиксирован на агаровых питательных средах с отваром овса, луково-картофельным отваром и пивным суслом (8€ по Баллингу). Отмечены высокие значения ростового коэффициента на дубовых опилках, шелухе гречихи, измельченных побегах лещины, граба и дуба. Установлено, что для производства посевного мицелия сиитаке, помимо зерна злаков, могут быть использованы такие отходы переработки древесины, как дубовые и дубово-ясеневые (1:1) опилки, обогащенные 20% ржаных отрубей. Доказано, что наилучшим способом термообработки опилочного субстрата для плодоношения сиитаке является стерилизация (1,2 атм., 1 ч.). Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что уровень урожайности и биологической эффективности штаммов в разной степени зависит от количества ржаных отрубей, добавленных к дубовым опилкам, что обусловлено фенотипическими особенностями штаммов. Так, например, при увеличении количества ржаных отрубей в субстрате в 2 раза урожайность штамма 365 повысилась на 34,5%, а штамма 386 — на 19%. В то же время увеличение количества отрубей в субстрате в 2 раза привело к повышению показателя биологической эффективности у штамма 365 на 29,1%, а у штамма 386 — на 37,6% по сравнению с аналогичными показателями на более бедном субстрате.

Сравнительный анализ химического состава плодовых тел и мицелия, полученного при глубинном культивировании, позволил установить, что для ми-

целия характерно более высокое содержание витаминов С, РР и Д<sub>2</sub>, а также некоторых незаменимых аминокислот. В то же время плодовые тела сиитаке содержали больше полифенолов, чем глубинный мицелий. В карпофорах была также обнаружена арахидоновая кислота, не входящая в состав липидов мицелия. Продукция внеклеточных полисахаридов на синтетической среде колебалась в зависимости от штамма от 2,3 до 4,3 г/л. В составе как эндо- так и экзополисахаридов преобладала глюкоза.

Медико-биологические исследования показали, что сухой порошок сиитаке оказывал дестабилизирующее влияние на активность каталазы цитозоля печени, играющей ведущую роль в инактивации органических перекисей. Установлено статистически достоверное снижение активности указанного фермента у крыс, получавших грибной порошок в наибольшей дозе (25%) в течение 6 месяцев ( $p < 0,05$ ). Показано, что на конечном этапе эксперимента у крыс подопытных групп в сыворотке крови статистически достоверно увеличивалось содержание тиогрупп небелковой природы. Это свидетельствует о возрастании антиоксидантного потенциала, носителем которого является дипептид глутатион, содержащийся во фракции SH-групп небелковой природы. Проведение шестимесячного эксперимента позволило установить, что включение в рацион лабораторных животных сухого порошка гриба сиитаке оказывало положительное действие на антиоксидантную систему, процессы окисления липидов и повышение показателей β-звена иммунной системы в организме теплокровных животных.

---

### КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ ДИКОРАСТУЩИЕ ГРИБЫ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Булах Е. М.

Биолого-почвенный институт ДВО РАН  
690022, Владивосток-22, проспект 100 лет Владивостоку, д. 159

В дикой природе российского Дальнего Востока обитает около 50 видов грибов, культивируемых в России и сопредельных странах для пищевых целей, многие из них хорошо известны и собираются местным населением.

Широко распространены и обильно плодоносят в

природе: *Pleurotus ostreatus*, *P. pulmonarius*, *Panellus serotinus*, *Armillariella mellea*, *Calocybe gambosa*, *Flammulina velutipes*, *Lepista nuda*, *Lyophyllum ulmarium*, *Oudemansiella mucida*, *Pluteus cervinus*, *Coprinus comatus*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Pholiota aurivella*, *Ph. lubrica*, *Ph. squarrosoides*, *Stropharia rugosoannulata*, *Hericium erinaceum*, *H. coral-*

*loides*. Наблюдается большое разнообразие субстратов, размеров и форм плодовых тел, варьирование их окраски. Так, у *S. rugosoannulata* постоянно встречается как бурая, так и желтая формы, причем, желтая форма растет преимущественно в местах скопления опилок и часто имеет очень крупные плодовые тела. Бурая форма чаще обитает в местах скопления соломы и дает различные по размеру плодовые тела. У *F. velutipes* также имеются две формы: бурая и почти белая, бурая только с возрастом. Последняя наблюдается в местах с недостатком света в летний период. Встречается много переходных форм по размерам, консистенции и окраске плодовых тел между *P. ostreatus* и *P. pulmonarius*. Наиболее крупные плодовые тела *P. ostreatus* встречаются на валеже березы. *P. citrinopileatus* отличается высокой урожайностью, растет в основном на древесине ильма, реже березы. Этот гриб образует большие скопления плодовых тел несколько раз в сезон с апреля по октябрь.

Редко, но местами обильно на усыхающих стволах акатника и бархата плодоносит *P. djamor* s. *P. salmoneostramineus*. Этот вид вначале своего развития образует

ярко-розовые плодовые тела, затем они выцветают до кремового и становятся не отличимы от безножковых форм *P. pulmonarius*. *P. calyptratus* предпочитает расти на усыхающих стволах тополя и осины и дает только один слой в мае-июне. *Lentinula edodes* растет в основном на древесине дуба и единично — на липе и яблоне, плодоносит несколько раз в сезон с мая по октябрь. В прохладные годы дает слои плодоношения в июле и августе.

Имеются единичные находки *Morchella esculenta*, продуцирующей единичные плодовые тела в апреле-мае. Небольшие группы плодовых тел в августе образуют *P. dryinus*, *Agaricus bisporus*, *A. bitorquis*, *Volvariella volvacea*, *Leucoagaricus leucothitus* и *Agrocybe cylindrical*, а *Grifola frondosa* и *Polyporus umbellatus* дают отдельные плодовые тела постоянно в одних и тех же местах один раз в 3-4 года.

Перспективными для культивирования в России могут стать обильно плодоносящие на березе и хвойных — *Pholiota squarrosoides*, на клене и липе — *Oudemansiella brunneomarginata*, на ольхе и березе — *Hypsizygus tessulatus* и на клене — *Mycoleptonoides aitchisonii*.

## ГЛУБИННОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ НА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКЕ

Черкезов А. А., Горшина Е. С., Бирюков В. В.

ГУП Государственный НИИ биосинтеза белковых веществ  
109004, Москва, Б. Коммунистическая, д. 27

Перед всеми странами мира стоит проблема полной утилизации молока. Решение ее позволит значительно увеличить пищевые ресурсы и уменьшить загрязнение окружающей среды неиспользованными вторичными продуктами переработки молока. Молочная сыворотка содержит от 50 до 75 % сухих веществ молока и 36 % его питательных веществ. Наряду с основным компонентом — лактозой, в ней содержатся легкоусвояемые белки, комплекс витаминов, макро- и микроэлементы. До сих пор значительное количество сыворотки сливается в канализацию, что вызывает проблемы охраны окружающей среды из-за высокой биологической активности сыворотки.

Известно, что молочная сыворотка является приемлемым субстратом для биотехнологического процесса культивирования базидиальных и, в том числе, съедобных грибов и удовлетворяет требованиям безопасности и качества, предъявляемым к питательным средам для культивирования с целью получения пищевого продукта. Современная пищевая промышленность нуждается в новых добавках, которые могут одновременно повышать биологическую и питательную ценность продуктов. Одним из наиболее предпочтительных для этой цели объектов биотехнологии являются съедобные базидиальные грибы.

В работе была использована коллекция из 14 штаммов вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.) и один штамм вешенки флоридской (*Pleurotus florida* Fovose). Все штаммы в глубинной культуре дают характерные для базидиомицетов пряжки, а многие штаммы — примордии и плодовые тела. Определение продуктивности штаммов проводили на твердых средах (агаризованные сусли и молочная сы-

воротка) и жидких средах (молочная сыворотка нативная и с различными дополнительными компонентами). Оптимальные температуры роста штаммов лежат в диапазоне 26-30°C, причем для большинства штаммов наиболее благоприятна (по ростовому коэффициенту) температура 30°C. Скорость роста колонии на чашке Петри на 4 сутки роста составляет около 15 мм/сут. Ростовые коэффициенты в этих условиях имели значения от 75 до 235. Оптимум pH для большинства штаммов лежит в диапазоне 5,0-6,0, для 3 штаммов — 4,0 и для двух штаммов — 7,0. Отбор наиболее продуктивных штаммов проведен в глубинной культуре в колбах Эрленмейера на неразведенной молочной сыворотке в двух пассажах при стандартизованном засеве агаровыми блоками. Накопление биомассы лучшими штаммами составило 18-20 г/л АСМ за 6 суток роста. Форма роста культуры мелкоглобулярная. Проведены испытания процесса глубинного культивирования отобранного штамма в ферментационных аппаратах «Marubishi» (Япония, 30 л) и «Fermatron» (США, 280 л) на среде с глюкозой и среде с молочной сывороткой с перемешиванием 300 и 150 об./мин. соответственно и аэрацией 1л/1 л/мин. Концентрация биомассы через 72 часа культивирования составила 8-10 г/л АСМ. Полученный препарат удовлетворителен по внешнему виду, цвету и естественной гранулированности. Биомасса обладает высоким содержанием белка (33,2-36,0% сырого протеина) и соответствуют требованиям, предъявляемым к пищевым добавкам. Опытные образцы препарата переданы в МГУПБ на испытания в качестве пищевой добавки в мясосодержащие продукты.

## ВЛИЯНИЕ БИОРЕГУЛЯТОРОВ НА АКТИВНОСТЬ ЦЕЛЛЮЛАЗЫ ДРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ ГРИБОВ *PLEUROTUS OSTREATUS* И *LENTINUS EDODES*

Евдокимова О. А., Аксеновская В. Е., Польских С. В., Усачева Р. В.  
Воронежский государственный аграрный университет, центр грибоводства  
3940087, Воронеж, ул. Ломоносова, д. 116

Ранее нами было показано положительное влияние биорегуляторов «эпина» и «иммуноцитифита» на рост мицелия дереворазрушающих грибов: вешенки обыкновенной и шиитаке. Эти биорегуляторы в определенных концентрациях приводят к увеличению скорости роста, сокращению срока обрастания субстрата, а также к увеличению урожая.

Целью нашего следующего этапа исследования явилось изучение действия биорегуляторов на активность целлюлозолитических ферментов культур вешенки обыкновенной гибридного сорта НК-35 и шиитак М 370. Грибы культивировали поверхностным способом в колбах Эрленмейера объемом 500 мл с 200 мл питательной среды при температуре 25-28°C. Посевным материалом в обоих случаях служили вырезки с чашек Петри 7 суточных культур грибов. Активность фермента целлюлазы определяли фотокалориметрическим методом по остатку редуцирующих сахаров.

Для выявления действия биорегуляторов роста на активность фермента целлюлазы использовали препараты «эпин» в концентрации  $2,5 \times 10^{-8}$  мг/мл и препарат «иммуноцитифит» в концентрации  $5,2 \times 10^{-5}$  мг/мл на двух видах грибов. Активность целлюлазы как в контроле, так и в опытных образцах первые два дня была незначительной и у вешенки и у шиитаке. В дальнейшем, начиная с 5 дня у вешенки активность целлюла-

зы в образцах с регуляторами возрастает и достигает максимального значения на 8-е сутки, а на контрольном варианте остается без изменений. При внесении в среду «эпина» повышение удельной активности целлюлазы составило в 1,1 раза, а «иммуноцитифита» в 1,6 раза. Что касается шиитаке, то там увеличение составило на «эпине» в 1,3 раза, а на «иммуноцитифите» в 1,6 раза на 21 день. По мере роста активности фермента увеличение содержания белка не происходит, и наоборот, как только активность фермента падает, начинается резкий рост количества биомассы в культуральной жидкости, что сходно для обоих видов грибов.

Иммуноцитифит оказывает более сильное воздействие на активность целлюлазы как у вешенки, так и у шиитаке по сравнению с «эпином» и, по-видимому, это связано с тем, что «иммуноцитифит» является грибным метаболитом — арахидоновой кислотой, выделенной из зигомизетов, а «эпин» является растительным гормоном.

Таким образом, биорегуляторы активизируют работу целлюлолитических ферментов дереворазрушающих грибов. Это может способствовать более быстрому освоению субстрата и повышению конкурентоспособности культуры. Особенно это важно для медленнорастущих грибов, таких как шиитаке.

## МОРФОЛОГИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР: ВЕГЕТАТИВНАЯ СТАДИЯ, БАЗИДИОМЫ *LENTINUS EDODES* (BERK.) SING.

Гарибова Л. В., Завьялова Л. А., Инсарова И. Д., Никитина В. Е., Терешина В. М., Феофилова Е. П.  
МГУ имени М. В. Ломоносова, Биологический факультет, каф. микологии и альгологии  
119899, Москва, Воробьевы горы, МГУ, д. 1, кор. 12,  
Институт микробиологии РАН, Москва  
Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов

Введенный в культуру более тысячи лет назад (начало культивирования относится к 1000 — 1100 годам) ксилотрофный базидиомицет *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. [*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler], или шиитаке, в настоящее время благодаря пищевой ценности стал одним из самых популярных культивируемых грибов в мире и занимает по объему производства третье место в мире после шампиньона двуспорового и вешенки устричной. Интерес к шиитаке возрос в связи с наличием у него ряда биологически активных веществ, положительно влияющих на организм человека и представляющих определенную фармакологическую ценность при профилактике и лечении атеросклероза и гипертонии (препарат лентинан), гепатита В, некоторых форм раковых заболеваний, вирусом гриппа и ВИЧ.

В связи с этим проведено широкое исследование биологии (морфология мицелия и базидиом, физиология и биохимия) шиитаке. Показано сходство штаммов разного происхождения по морфолого-культу-

ральным признакам, микроморфологии и наличию ферментов группы полифенолоксидаз.

Обнаружена тирозиназа, присутствие которой связано с морфогенезом некоторых структур — пигментированных мицелиальных пленок (МП), предшествующих закладке примордиев. Установлено значительное увеличение лектиновой (гемагглютинирующей) активности на этапе формирования МП, что позволяет определять этот этап морфогенеза как наиболее физиологически активным.

Методом электрофореза изозимов неспецифических эстераз выявлено наличие у всех десяти изученных штаммов фракции с электрофоретической подвижностью 0,9. Вероятно, этот изофермент специфичен для вида *L. edodes*. Отмечено отсутствие малоподвижных (высокомолекулярных) форм эстераз. С помощью кластерного анализа построена дендрограмма сходства штаммов по спектрам неспецифических эстераз, которая выявила 3 группы штаммов.

В процессе цитодифференцировки *L. edodes* отмечены изменения в составе углеводов цитозоля. Под действием «холодового» шока в мицелии происходит интенсивное образование арабита с одновременным снижением уровня маннита и появляется глицерин — известный у грибов «холодовый» протектор.

Подобрана среда с добавкой соевой муки для получения биомассы шиитаке в погруженной культуре

и установлены отличия от других ксилотрофов в отношении к источникам углерода. Подобраны оптимальные субстраты и условия для получения базидиом *in vitro* и показана корреляция между скоростью роста штаммов и интенсивностью плодоношения.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и программы «Университеты России».

## ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СВЕЖИХ И ЗАМОРОЖЕННЫХ БЕЛЫХ ГРИБОВ

*Жарикова Г. Г., Козьмина А. О.*

*Российская экономическая академия имени Г. В. Плеханова  
113054, Москва, Стремянный переулок, д. 36*

Для органолептической оценки белых грибов (свежих и замороженных) использовались 5-ти бальные шкалы качества. К ним разработаны словесные критерии качества, отвечающие каждому баллу и помогающие дегустаторам правильно оценивать продукцию.

Свежие белые грибы исследовались в 3-х вариантах: свежие, и хранившиеся в холодильнике в течение 5-и дней: а — в крафтпакете, б — в полиэтиленовом пакете.

Замораживались белые грибы в целом виде в морозильной камере при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$ .

До термической обработки у всех образцов оценивался внешний вид и цвет шляпки и ножки гриба.

У замороженных грибов оценивали дополнительную консистенцию и аромат после размораживания.

Затем грибы подвергали термической обработке (отваривали) и оценивали консистенцию, вкус и аромат отваренных грибов.

Наивысший балл(4,75) по внешнему виду получили свежие белые грибы. Грибы, хранившиеся в холодильнике в течение 5-ти дней, имели балл по внешне-

му виду меньше: 5 дней в крафтбумаге — 3,3, в полиэтиленовом пакете — 3,5.

После термической обработки по вкусо-ароматическим показателям наивысший балл (4,7) получили свежие белые грибы. После 5-ти дней хранения балл был несколько ниже: в крафтпакете — 4,4, в полиэтиленовом пакете — 4,1, т. е. хранение грибов в течение 5-ти дней несколько снижает вкусо-ароматический показатель.

Замороженные грибы хранились при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$  в течение 1,5 лет.

Дегустационный анализ показал, что внешний вид грибов мало изменился и оценён 5-ю баллами. Аромат размороженных грибов был ниже (3,9 балла), чем у свежих.

После термической обработки замороженных грибов определяли вкусо-ароматический показатель. Оказалось, что этот показатель ниже (3,8 балла), чем у свежих грибов.

Итак, органолептический анализ показал, что замораживание белых грибов можно рекомендовать, как один из способов длительного хранения.

## ЛИГНОЛИТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТЫ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ВЕШЕНКИ, ШИИТАКЕ И КОЛЬЦЕВИКА

*Землянухина О. А., Евдокимова О. А., Польских С. В.*

*Воронежский государственный аграрный университет  
394087, Воронеж, ул. Ломоносова, д. 116*

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой в последнее десятилетие получило мощное развитие выращивание съедобных грибов на искусственных субстратах. Нашей задачей служило изучение активностей ферментативных комплексов мицелия грибов вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*), шиитаке (*Lentinus edodes*) и кольцевика (*Stropharia rugosoannulata*) с целью подбора оптимальных условий их культивирования.

Мицелий растили на жидкой питательной среде (пивное сусло, разбавленное в 4 раза) при температуре  $25^{\circ}\text{C}$  в темноте. В качестве источника ферментов использовали супернатант культуральной жидкости после центрифугирования в течение 10 мин при 3000 г. Активность лакказы (п-дифенолоксидазы) определяли с использованием 2,2-азинобис-(3-этилбензотиамин-6-сульфонової кислоты (АБТС), рН 5. 0. Ак-

тивность пероксидазы изучали в среде с бензидином, рН 7. 0. Измерение количества белка проводили по методу Бредфорда. Выявление изоферментного спектра лакказы проводили с использованием о-дианизидина. Электрофорез проводили в ПААГ в стеклянных пластинах по методу Дэвиса.

Пик общей активности лакказы вешенки наблюдается на 6-9 сутки, после чего начинается его падение с одновременным увеличением количества белка. К 20-му дню инкубации содержание белка и активность лакказы значительно снижаются. Изоферментный спектр на 7 сутки выявляет 7 зон энзима. В катодной области присутствуют 3 формы, каждая из которых также подразделяется на 2 изозимных линии с Rf 0. 56-0. 58 и 0. 61-0. 63. однако к 12 дню инкубации каждая из двойных зон сливается в одну с Rf, соответственно, 0. 57 и 0. 62. Осталь-

ные зоны имеют  $R_f$  0. 12, 0. 26 и 0. 42. К 20 дню катодные зоны остаются неизменными. Исчезают зоны 0. 12 и 0. 42, а зона с  $R_f$  0. 26 подразделяется на две — 0. 25 и 0. 27.

Активность пероксидазы (ПО) измеряли в бензидиновом реактиве, содержащем ацетат натрия, уксусную кислоту, этиловый спирт,  $H_2O_2$ . pH раствора был доведен до 7,0 с помощью порошкообразного NaOH. Об активности фермента судили по увеличению оптической плотности при 520 нм. Однако при постановке соответствующих контролей (поочередное изъятие из среды инкубации ее составных частей, а также ферментативного препарата), было обнаружено, что так называемая «активность фермента» является ре-

зультатом сложения оптических плотностей ряда контролей. Фактическая же активность пероксидазы в культуральных жидкостях изучаемых грибов близка к нулю, что подтверждается данными электрофореза.

В культуральных жидкостях шиитаке и кольцевика активность лакказы не обнаружена, зато выявлены высокие значения фермента целлюлазы.

Вышеперечисленные данные были использованы для достижения лучших результатов при выращивании культивируемых грибов. Так, ростовой грибной блок был дополнен 10% дубовых опилок, что привело к значительному увеличению в скорости роста мицелия (кольцевик, шиитаке) и получении плодовых тел (шиитаке).

### ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ВЫСШЕГО БАЗИДИОМИЦЕТА *PANUS (LENTINUS) TIGRINUS* ВКМ F-3616 D

*Ибрагимов С. А., Ревин В. В., Самуилов В. Д.*

*Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева  
430019, г. Саранск, ул. Ульянова, д. 26<sup>б</sup>, биологический факультет*

Важным звеном в цепи биологического разрушения органического вещества в природе являются деструктурирующие базидиомицеты, обладающие полиферментными системами и осуществляющие деструкцию лигнина. Одним из ярких представителей данного класса является гриб *Panus (Lentinus) tigrinus*. Согласно литературным данным он является одним из наиболее активных базидиомицетов белой гнили, разлагающих лигноцеллюлозные субстраты.

Нами были исследованы особенности развития гриба *P. tigrinus*, выделенного на кафедре биотехнологии из березового валежника и задепонированного во Всероссийской коллекции микроорганизмов как *Lentinus tigrinus* ВКМ F-3616 D, при различных способах культивирования. При изучении роста исследуемого гриба на агаризованных питательных средах было отмечено, что ростовой коэффициент (РК) и культурально-морфологические признаки меняются в зависимости от состава среды культивирования и данный штамм является быстрорастущим (РК >100). Наилучший рост культуры обнаружен при  $t = 25^\circ\text{C}$  на среде Чапека-Докса с кукурузным экстрактом (РК = 347), а наименьший — на среде Чапека-Докса с мелассой (РК = 150). Наблюдаемые нами различия культуральных признаков представляют собой пример фенотипической изменчивости грибов. Выявленные различия не наследуются, т. к. являются непосредственной реакцией на изменения условий существования.

При глубинном культивировании высшие съедобные базидиомицеты образуют те же генетически закрепленные формы вегетативного и бесполого спороношения, которые характерны для них на плотных агаризованных средах. Микроскопические наблюдения за развитием мицелия гриба показали, что существенных изменений микроморфология не претерпевала,

характерные особенности сохранялись на протяжении всего периода роста. Одним из существенных морфологических признаков оставались пряжки. Их количество при культивировании на разных средах было невелико. В этих условиях форма пряжек была стабильной и однообразной с характерным углом наклона. Так же были обнаружены анастомозы и хламидоспоры, имеющие лимонovidную форму.

В условиях глубинного культивирования на жидкой среде Чапека-Докса с добавлением кукурузной муки и экстракта отмечено увеличение количества образуемой грибом биомассы в 1,5 раза. В ходе твердофазного культивирования на соломе было выявлено, что *L. tigrinus* F-3616 D имеет высокую скорость роста, полностью обрастая субстрат уже к 3-м суткам культивирования. Потребление таких трудногидролизующих компонентов субстрата как целлюлоза и лигнин и динамика образования редуцирующих сахаров грибом в процессе культивирования носили неравномерный характер. Наибольший распад целлюлозы наблюдался в первой половине культивирования, а лигнин — во второй. Это объясняется тем, что разрушение лигнина и углеводов у базидиомицетов является сопряженным процессом. Предварительная обработка соломы аммиаком увеличивает выход редуцирующих сахаров и содержание белка, что связано с большой доступностью целлюлозы на первых этапах культивирования. В заключении можно отметить, что деструктурирующий гриб *L. tigrinus* F-3616 D характеризуется быстрым ростом как в условиях глубинного и поверхностного культивирования, так и при ТФК на лигноцеллюлозных субстратах, способностью утилизировать сложные растительные полимеры. На основании наших исследований данный гриб может быть предложен для биоконверсии лигноцеллюлозного сырья.

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОСЕВНОГО МИЦЕЛИЯ ШАМПИНЬОНА ДВУСПОРОВОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОГРУЖЕННОЙ КУЛЬТУРЫ

*Краснопольская Л. М., Белицкий И. В.*

*НИИ по изысканию новых антибиотиков имени Г. Ф. Гаузе РАМН*

*Москва, ул. Б. Пироговская, д. 11*

Шампиньон двуспоровый (*Agaricus bisporus* (Lange) *Imbach*) является одним из основных объектов промышленного грибоводства. Этот гриб отличают высокие вкусовые и питательные свойства. Показано, что метаболиты шампиньона двуспорового могут быть использованы при лечении диабета.

Современные интенсивные биотехнологии его выращивания предъявляют высокие требования ко всем составляющим процесса: эффективности выбранной технологии, уровню технического оснащения, квалификации персонала и его технологической дисциплине, особенностям сорта и качеству посевного материала.

Совершенствование способов получения посевного мицелия шампиньона двуспорового и, как следствие, повышение его качества основано на использовании современных биотехнологических подходов к культивированию грибов, в том числе погруженного культивирования и регуляторов роста и развития. Погруженное культивирование позволяет значительно ускорить процесс выращивания и, в известной степени, синхронизировать культуру. Регуляторы роста и развития способны активизировать процесс вегетативного роста, а также повысить устойчивость грибного организма к неблагоприятным факторам.

Целью настоящего исследования явилась разработка способа выращивания посевного мицелия шампиньона двуспорового, основанного на применении метода погруженного культивирования и регуляторов роста и развития.

На первом этапе выполнения исследования был разработан способ погруженного культивирования

шампиньона двуспорового. На основе качественного подбора источников питания и установления их оптимальных соотношений была составлена рецептура жидкой питательной среды. Показана зависимость накопления биомассы от условий аэрации и температурного режима. Установлена оптимальная длительность процесса погруженного культивирования шампиньона двуспорового, обеспечивающая наибольшее накопление биомассы гриба.

Особое внимание было уделено зависимости морфолого-культуральных свойств шампиньона двуспорового от условий погруженного культивирования. Задача данного раздела работы состояла в том, чтобы обеспечить рост культуры в виде пеллет размером не более 0,5–1 мм, что позволило бы значительно увеличить число потенциальных точек роста.

Разработанный способ погруженного культивирования шампиньона двуспорового был использован для осуществления стадии выращивания промежуточной посевной культуры гриба. На этом этапе исследования были решены такие задачи, как установление оптимального количества инокулюма и разработка биотехнологических приемов, обеспечивающих высокую приживаемость погруженного мицелия шампиньона двуспорового на зерновом субстрате.

В качестве регуляторов роста и развития было изучено 4 препарата, использованных индивидуально и в композициях. Были выявлены препараты, способные ускорять процесс роста культуры, увеличивать содержание биомассы гриба, а также обеспечивать возможность длительного хранения посевного материала шампиньона двуспорового.

## ВИДЫ ГРИБОВ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ «САНИТАРНЫМИ ПРАВИЛАМИ» (1993), К ЗАГОТОВКАМ И РЕАЛИЗАЦИИ ТОРГОВОЙ СЕТЬЮ РОССИИ

*Кутафьева Н. П., Цапалова И. Э.*

*ИЛ имени В. Н. Сукачева СОРАН, Новосибирская академия менеджмента и экономики  
660036, Красноярск, Академгородок, ИЛ СО РАН*

В Сибирском университетском издательстве в начале 2002 года выходит учебник «Экспертиза грибов», с цветными рисунками и описаниями 57 съедобных, 35 ядовитых и несъедобных грибов, включенных в официальный «Перечень видов». Утилитарное использование или, наоборот, невозможность их использования регламентированы «Санитарными правилами» (1993). Небольшой анализ микопотенциала и распространения видов «Перечня» в лесах России даны ниже.

Для удобства оценки была использована пятибалльная шкала относительной оценки микопотенциала и популярности у населения: БОЗ — базовый объект заготовок; ЗОЗ — значительный объект заготовок; ПОЗ — попутный объект заготовок; ЛОС — любительский объект сбора; ОРО — объект региональной охраны. Выяснилось, что около 30% съедобных видов имеют низкий микопотенциал (ЛОС). Несколько видов за-

несены в региональные «Красные книги». Не имеют высокого потребительского значения большинство сыроежек. В распоряжении заготовителей грибной продукции остается около 30 видов. Это, в основном, трубчатые грибы и грузди с добавлением некоторых мясистых подгруздков и сыроежек. Из этого списка общее территориальное распространение имеют 15 видов с относительной ресурсной оценкой — БОЗ и ЗОЗ. К первой группе относятся белые грибы березовый и сосновый, груздь осиновый, рыжик, груздь настоящий сырой, волнушка розовая, гладыш, подгруздок белый, опенок осенний. Ко второй — лисичка настоящая, подосиновик желто-бурый, колпак кольчатый (мало известный для населения Сибири), груздь черный, валуй, беланка. Большинство из перечисленных видов являются микоризными спутниками нескольких древесных пород. Поэтому вероятность их присутствия в

группировках различных лесов высока. Белый гриб безрезовый, грузди — сырой, черный, белянка — спутники видов р. *Betula* и по этой причине также широко распространены. Груздь осиновый, микоризный спутник осокоря, тополя и осины имеет локальное топографическое и широкое географическое распространение.

Около 20 видов на лесной территории страны характеризуются разными микопотенциалами, являясь обычными (ЗОЗ, ПОЗ) в одних регионах, редкими (ЛОС, ОРО) в других или отсутствуют вовсе. Это представляет собой проблему, решение которой может быть найдено в формировании региональных перечней.

Совершенно необходимы и дальнейшие ресурсные исследования, особенно в восточных регионах. Лесообразующими породами здесь являются лиственницы и кедр сибирский. Поэтому микобиота лесных экосистем Восточной Сибири своеобразна и во многом отличается от таковой, даже от равнинной Западной Сибири, не говоря о Дальнем Востоке и Европейской части. Многие виды, характерные для этой микобиоты, обладают высоким микопотенциалом. Это *Boletinus asiaticus*, *B. cavipes*, *B. spectabilis*, *Psiloboletinus laricetii*, *Suillus aeruginascens*, *S. grevillei f. badius*, *S. grevillei f. grevillei* и другие.

### СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА ЦЕННОГО СЪЕДОБНОГО И ЛЕКАРСТВЕННОГО ГРИБА *HYPsizYGUS MARMOREUS* (BULL.: FRIES) SINGER НА ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ.

Ломберг М. Л.

Институт ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины  
Украина, 01601, Киев-1, ул. Терещенковская, д. 2

Исследованы культуральные и микроморфологические признаки нового для стран Европы деликатесного гриба *H. marmoreus* или букового гриба, широко известного своими лекарственными свойствами.

В чистой культуре на агаризованных и жидких питательных средах, на субстрате (смесь буковых опилок и кукурузной муки) был изучен рост 4 штаммов гриба японского и американского происхождения.

Микроморфологию мицелия *H. marmoreus* изучали, используя метод сканирующей электронной микроскопии. Были обнаружены пряжки, формирования артроконидий, хламидоспор и кристаллов.

Для исследования морфологических и физиологических характеристик были использованы 5 агаризованных питательных сред различного состава. На всех исследованных средах мицелий гриба рос медленно, образуя плотные ватоподобные колонии белого цвета. Отмечена максимальная скорость роста мицелия на агаризованных питательных средах — 4 мм/сутки, определены оптимальные для каждого

штамма температуры мицелиального роста 23–27°C и граничные температуры роста — 4 и 37°C, оптимальные значения влажности субстрата — 55–66%. На протяжении всего периода прорастивания мицелия гриба значение CO<sub>2</sub> повышалось до уровня 0,9%, причем первое увеличение концентрации углекислого газа было зафиксировано прибором на 3-и сутки инкубации, а значительное повышение CO<sub>2</sub> наблюдалось уже после 9-го дня прорастивания.

Для изучения роста гриба в глубинной культуре и определения оптимального значения рН среды были использованы пивное сусло и комплексная среда с глюкозой, пептоном, дрожжевым и кукурузным экстрактом, раствором микроэлементов. Установлено оптимальное значение рН среды для роста мицелия букового гриба — 7,2.

Показано, что штамм *H. marmoreus* 1612 является лучшим по показателям скорости роста на агаризованных и жидких средах, на субстратах и отличается ранними сроками наступления плодоношения и высокой урожайностью.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В ТОВАРНОМ ГРИБОВОДСТВЕ

Марьшова Н. С. \*, Селиверстов А. Ф. \*\*, Комаров В. Б. \*\*, Еришов Б. Г. \*\*, Гарибова Л. В. \*\*\*, Завьялова Л. А. \*\*\*

\*ПБОЮЛ, 121115, Москва, пос. Заречье, д. 6а, кв. 21

\*\*Институт Физической Химии РАН

Москва, Ленинский проспект, д. 31

\*\*\*МГУ им М. В. Ломоносова, Биологический факультет, каф. микологии и альгологии  
119899, Москва, Воробьевы горы, МГУ, дом 1, кор. 12

Рассмотрены научные основы и практика применения энергии ионизирующих излучений в товарном грибоводстве.

Установлены оптимальные интервалы поглощенных доз для радиационной стерилизации и разрушения субстратов с целью их последующей эффективной ферментации культурами *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm., *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach, *Flammulina velutipes* (Fr.) Karst., *Lentinus edodes*

(Berk.) Sing. и *Stropharia rugoso-annulata* Farlow ex Murr.

Показано сложное влияние величины поглощенной дозы ионизирующего излучения при радиационной предобработке субстратов на основе растительных материалов, агаризованных питательных сред и злаковых культур на их последующую ферментацию высшими базидиомицетами.

На основе методов радиационной технологии моди-

фицированы способы получения реплик культур базидиомицетов. Для получения товарного мицелия перечисленных выше грибов посредством г-облучения или электронно-лучевой предобработки субстратов оптимизированы составы субстратов.

С использованием г-установки ГУРХ-г-100 и ускорителя электронов получены партии мицелия и плодовых тел указанных культур. Установлено, что по морфологическим характеристикам мицелий и плодовые тела соответствуют существующим техни-

ческим условиям.

Показано, что скорость ферментации и биологическая эффективность плодоношения высших базидиомицетов на радиационно-разрушенных субстратах в целом соответствуют аналогичным характеристикам при традиционном способе подготовки субстратов. При этом использование энергии ионизирующих излучений в товарном грибоводстве характеризуется технологической простотой и лучшими экологическими характеристиками процессов.

## ИЗУЧЕНИЕ ЛЕКТИНОВОЙ АКТИВНОСТИ *LENTINUS EDODES*

Никитина В. Е., Цивилева О. М.

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН  
410015, Саратов, просп. Энтузиастов, д. 13

Количество работ и круг исследуемых проблем, связанных с лектинами грибов, весьма ограничен, хотя еще около 30 лет назад высказывались мнения о широкой распространенности лектинов у грибов и о том, что степень этой распространенности превышает таковую для высших растений. Исследования лектинов высших грибов сосредоточены в основном на определении их в экстрактах плодовых тел с целью использования этого признака в экологии и систематике. Единичные работы касаются изучения лектинов в связи с физиологическими аспектами, проблемами роста и развития грибов. В доступной нам литературе практически отсутствует информация об исследовании лектиновой активности *L. edodes* (шиитаке), за исключением единственной работы Jeune с соавт., выделявших лектин из плодовых тел *L. edodes*.

Целью настоящего исследования явилось изучение лектиновой активности мицелия *L. edodes* при твердофазном и глубинном культивировании, обнаружение внеклеточных лектинов, динамика активности лектинов на разных стадиях развития шиитаке. В работе использованы 4 штамма *L. edodes*: NY, F-249, 2T, 0779 из коллекции высших базидиальных грибов кафедры микологии и альгологии Московского государственного университета. Для получения глубинного мицелия *L. edodes* применяли синтетическую среду следующего состава (г/л): глюкоза — 10; аспарагин — 1;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 5;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 2,5;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,03; тиамин —  $5 \cdot 10^{-4}$ ;  $\text{H}_2\text{O}$  до общего объема 1 л. Использовали следующие агаризованные среды: пивное сусло (4° по Баллингу) (среда I); мучная среда с концентрацией пшеничной муки 2 масс. % (среда II); мучная среда с добавлением дубовых опилок (2 масс. %) (среда III). Органический плотный субстрат для получения плодовых тел состоял из смеси дубовых опилок и пшеничного зерна (4:1, v/v). Промежуточную культуру для получения плодовых тел

на этом субстрате выращивали на минеральной среде. Изучение зависимости лектиновой активности от температуры культивирования мицелия на агаризованных средах проводили при различных температурных условиях. О лектиновой активности судили по способности исследуемых экстрактов из мицелия или проб культуральной жидкости (КЖ) агглютинировать эритроциты. Проведены эксперименты по определению скорости роста используемых штаммов в зависимости от времени выращивания.

В результате проведенных исследований была обнаружена гемагглютинирующая (ГА) активность в КЖ и экстрактах из мицелия у всех взятых в эксперимент штаммов *L. edodes*, выращенных на минеральной среде. Показана существенно более высокая ГА активность КЖ по сравнению с мицелием. Изучена ГА активность экстрактов из мицелия, выращенного на некоторых агаризованных средах. В отношении влияния состава плотной среды на лектиновую активность следует отметить, что оптимальной является среда I. Титры ГА экстрактов из мицелия при использовании этой среды на 1–2 порядка больше по сравнению со средой II. Промежуточное положение занимает среда III.

Исследована лектиновая активность *L. edodes* на разных стадиях морфогенеза: мицелий, коричневая мицелиальная пленка (МП), примордий, плодовое тело. Отмечено значительное увеличение лектиновой активности на этапе МП по сравнению с мицелием и дальнейшее снижение этой активности на стадиях примордиев и плодовых тел. Установлена углеводсвязывающая способность выявленных агглютининов. Максимум ГА активности в МП объясняется возможным участием лектинов в качестве агрегирующего агента для образования плотного сплетения мицелиальных гиф при формировании МП.

## ЛАККАЗНАЯ И ПЕРОКСИДАЗНАЯ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ШТАММОВ *LENTINUS EDODES* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Никитина В. Е., Цивилева О. М., Сорокин А. В.

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН  
410015, Саратов, просп. Энтузиастов, д. 13

В последние годы в нашей стране возрос интерес к возможности выращивания шиитаке, или *Lentinus edodes* (Berk.) Sing [*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler]. Этот

экзотический гриб, имеющий превосходный вкус и аромат, вполне заслуженно считается королем среди культивируемых деликатесных грибов. *L. edodes*, при-



надлежащий к группе дереворазрушающих грибов, или ксилотрофов, получает с помощью ферментов питание при разложении древесины. Анализ лигнинолитических ферментов позволяет охарактеризовать штаммы с точки зрения их активности при деструкции лигноцеллюлозного субстрата и способности быстро его колонизировать, накапливая биомассу мицелия, что является важнейшим показателем для производственных штаммов ксилотрофных грибов. Целью настоящего исследования явилось определение активности внеклеточных окислительных ферментов у ряда штаммов *L. edodes*, используемых в практическом грибоводстве России, в зависимости от условий культивирования. Данное исследование выполнено на материале коллекции штаммов высших базидиальных грибов кафедры микологии и альгологии Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. В работе использованы 6 штаммов *L. edodes*.

Изучена зависимость фенолоксидазной активности *L. edodes* от вида древесных опилок. Для сравнения взяты опилки дуба, тополя, вяза и клена. Замечено, что штаммы, выращенные на среде с дубовыми опилками, проявляют фенолоксидазную активность через 30 мин после начала реакции, выращенные на среде с другими опилками — через 3 часа. Исследована лакказная и пероксидазная активность шиитаке, выращенного на мучной среде с дубовыми опилками, в зависимости от температуры культивирования. Установлено, что при 32°C активность лакказы не обнаруживается, при 16°C незначительна. При 26°C выращивания активность лакказы выше, чем при других

температурах. Максимальная активность лакказы при данной температуре отмечена у штамма NY. Пик пероксидазной активности при 26°C выращивания приходится на 8-е сутки, при 16°C — на 16-е сутки, при 32°C — на 20-е сутки, причем для всех штаммов. Исследована лакказная и пероксидазная активности *Lentinus edodes* при выращивании на разных средах: на мучной среде с добавлением и без добавления дубовых опилок, а также на среде с опилками при значениях pH 4 и 9.

Пероксидазная активность шиитаке отмечена на всех средах выращивания. Наибольшую активность фермент проявляет на среде с дубовыми опилками, пик активности у всех штаммов — на 8-е сутки культивирования. Максимальная пероксидазная активность *L. edodes*, выращенного на мучной среде без опилок, приходится на 10-е сутки культивирования у штаммов 0779, 58siit, NY и 2T, а у штаммов F-249 и 84siit — на 18-е сутки. На кислой (pH4) среде с опилками отмечено два пика активности пероксидазы у всех штаммов, кроме 0779 и 84siit. Максимальной активностью фермента для этой среды характеризуется штамм 58siit. На щелочной (pH9) среде с дубовыми опилками максимальной пероксидазной активностью обладает штамм 58siit. Пик активности у этого штамма приходится на 17-е сутки выращивания, у штаммов 2T, F-249 и NY — на 10-е, а у штамма 0779 — на 14-е сутки. Штамм 84siit обладает низкой пероксидазной активностью. Обнаружено, что на кислой и щелочной средах лакказная активность не наблюдается, а на мучной среде без опилок активность незначительна.

## ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ И РАЗВИТИЕ ПЛОДОВОГО ТЕЛА БЕЛОГО ГРИБА ПО ДАННЫМ МЕТЕОСВОДОК ЗА 1913-1999 ГОДЫ

*Петрухин А. А., Кошелев А. В., Жарикова Г. Г.*

*Российская экономическая академия имени Г. В. Плеханова  
113054, Москва, Стремянный переулок, д. 36.*

В настоящее время нами ведутся исследования по изучению условий произрастания белого гриба в естественных условиях. При исследовании развития грибов возникают две задачи, каждая из которых требует собственной методики и контрольно-измерительной аппаратуры. Наблюдение за дикорастущими грибами сводится к установлению связи урожайности грибов с внешними условиями и прогнозу ее как функции погоды в текущем и предыдущих годах. Оптимальные условия необходимо выяснить для всех фаз развития белого гриба. Контролировать внешние параметры желательнее прямыми методами, избегая косвенных, в частности, регистрируя влажность почвы, а не количество выпавших осадков — дождей.

Для установки связи между водно-тепловым режимом и урожаем грибов используются метеоданные от метеостанций за 1913—1999 г. и сообщения грибников-любителей. На основе этой информации составлены таблицы с благоприятными и неблагоприятными условиями для урожая. В качестве основного дискрета выбран месяц август, как наиболее благоприятный большому урожаю грибов.

Рассмотрены 22 случая с известными урожаями белых грибов, средними температурами воздуха и сум-

марными осадками за август. В шести случаях из 22 водно-тепловой режим определен с декадной дискретностью. По 22-м годам с месячной дискретностью урожай белых грибов зафиксирован в двенадцати случаях, а при наличии декадной дискретности — в пяти из шести. Водно-тепловой режим определялся средней температурой воздуха и суммарным количеством осадков, выпавших за дискрет. Влияние водно-теплого режима контролировалось только на фазе созревания плодового тела по величине урожая.

По результатам раздельного контроля водного и теплового режимов на фазе развития плодового тела белого гриба установлено: урожаю белых грибов в одиннадцати случаях из двенадцати соответствовала средне августовская температура воздуха 15,2°C — 18,7°C, а в одном случае — 23,4°C; средне августовская температура попадает в диапазон температур воздуха урожайных лет. Диапазон температур урожайных лет 15,2°C — 23,4°C включает и девять из десяти неурожайных лет; количество суммарных осадков во всех двадцати двух случаях занимают примерно одинаковый диапазон.

Оценка раздельного и совместного влияния температуры и осадков показала: раздельно благоприят-

ные водный и тепловой режимы часто расположены в области, не благоприятствующей урожаю; в область совместного водно-теплового режима, благоприятного урожаю белых грибов, попадает только один неурожайный год; достаточно близки внешние условия неурожайного, 1919 и урожайного, 1931 годов.

Число совпадений внешних факторов благоприятствующих и не благоприятствующих урожаю белых грибов резко уменьшается при совместном, а

не раздельном учете температуры воздуха и суммарного количества осадков. По этой причине оптимальность внешних условий следует рассматривать не раздельно, а по совокупности всех учитываемых факторов. Набор таких факторов ограничивает многомерную область внешних условий, благоприятствующих урожаю. При учете только температуры и осадков многомерная область вырождается в двумерную.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОСЕВНОГО МИЦЕЛИЯ НЕКОТОРЫХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ВЫСШИХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ

*Поединок Н. Л., Негрейко А. М., Бухало А. С., Потемкина Ж. С.*

*Институт ботаники имени Холодного НАН Украины*

*Украина, 01601, Киев, ул. Терещенковская, д. 2*

*Институт физики НАН Украины*

*Украина, 03039, Киев-39, проспект Науки, 46*

Известно, что на рост, плодоношение и спороношение многих видов грибов влияет свет. Характер влияния зависит от вида гриба и источника света. Известны факты, свидетельствующие о положительном влиянии УФ-облучения *Agaricus bisporus* и гамма-облучения мицелия *Pleurotus ostreatus* на урожайность их плодовых тел. Эффект стимулирования роста и биологической активности под действием низкоинтенсивного лазерного излучения в видимой части спектра обнаружен у многих видов высших растений, некоторых бактерий, дрожжей. Однако, до настоящего времени не изучено его влияние на рост и развитие высших базидиомицетов. Тем не менее оптимизация условий культивирования съедобных и лекарственных грибов несомненно имеет практический интерес.

С этой целью нами проведено изучение влияния низкоинтенсивного лазерного излучения в красной части спектра (He-Ne лазер) на рост, развитие и плодоношение культивируемых видов базидиомицетов: *Hericium erinaceus*, *Lentinus edodes* и *Pleurotus ostreatus* в производственных условиях. Посевной мицелий указанных выше базидиомицетов выращивали на зерне

пшеницы в течение 14 суток. Затем помещали его одним тонким слоем в стерильные чашки Петри и подвергали лазерному излучению в дозе 230 мДж/см<sup>2</sup>. Облученным мицелием сразу же инокулировали субстратные блоки. Контрольные блоки инокулировали необлученным мицелием.

Положительный эффект воздействия лазерного излучения в указанном режиме на посевной мицелий грибов выражался в увеличении скорости обрастания субстрата в блоках и, как следствие снижение количества инфицированных блоков, в сравнении с контролем. Значительно сокращался период роста от инокуляции субстрата посевным мицелием до начала плодоношения (для *H. erinaceus* и *P. ostreatus* на 6-10 дней и для *L. edodes* на месяц). Увеличение урожайности составляло 40-50%. У *L. edodes* и *P. ostreatus* облучение вызывает увеличение количества плодовых тел и некоторое увеличение их веса и плотности. У *H. erinaceus* облучение лазерным светом посевного мицелия приводит к снижению количества плодовых тел, однако, значительно увеличивается их объем, вес и плотность.

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОПУТСТВУЮЩЕЙ МИКРОФЛОРЫ НА РОСТ И ПЛОДОНОШЕНИЕ ГРИБОВ РОДА *PLEUROTUS* ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ СУБСТРАТА

*Прудникова С. В., Малиновский А. Л., Рудь А. В., Привалихин Е. С.*

*Красноярский государственный университет*

*660041, Красноярск, пр-т Свободный, д. 79*

Одна из наиболее ответственных операций в при выращивании грибов — приготовление питательного субстрата. Скорость роста и урожай съедобных грибов во многом зависит от подавления конкурирующих бактерий и плесневых грибов, споры которых всегда присутствуют на растительных остатках, используемых в качестве субстрата. Радикальным способом устранения посторонней микрофлоры является стерилизация субстрата с соблюдением асептических условий культивирования, однако этот метод не нашел широкого применения вследствие больших энергозатрат. Поэтому наряду со стерилизацией субстрата применяют

и другие способы устранения конкурирующей микрофлоры, в том числе сочетание термообработки с ферментацией защитной микрофлорой. Эта технология (http-способ) получила наибольшее распространение при выращивании грибов рода *Pleurotus* (вешенка).

Основными антагонистами вешенки являются грибы родов *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, которые обладают активным комплексом целлюлолитических ферментов, высокой скоростью роста и быстро заселяют субстрат. Поэтому для выращивания вешенки в не стерильных условиях необходимо получение селек-

тивных субстратов с помощью фунгицидов, защитной микрофлоры и различных способов термообработки и ферментации. В настоящее время установлено, что микроорганизмы родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Actinomyces* проявляют антагонистические свойства в отношении конкурирующей микрофлоры вешенки. Однако в связи с региональными особенностями, спецификой используемого субстрата и методов его обработки, а также условий выращивания вешенки, сообщество защитной микрофлоры может изменять свои характеристики. Кроме того, использование аборигенных видов для инокуляции субстратов способствует их лучшей приживаемости и приспособленности к местным условиям. Это обуславливает актуальность изучения качественного состава микрофлоры

субстратов, динамику ее изменения в процессе термообработки и ферментации, а также необходимость выделения микроорганизмов, обладающих наибольшим защитным эффектом, а именно: высокой антагонистической активностью в отношении конкурирующей микрофлоры и стимулирующим действием на рост мицелия и плодоношение вешенки. Исходя из этого в работе изучается микрофлора, развивающаяся при высокотемпературной ферментации влажного субстрата (пшеничная солома, мякина, гречневая шелуха), исследуется влияние выделенных микроорганизмов на грибы рода *Pleurotus* выявляется микрофлора, стимулирующая их рост и развитие, а также взаимоотношения стимулирующей микрофлоры с грибами антагонистами родов *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*.

### ПРОБЛЕМЫ ГРИБОВОДСТВА НА ЮГЕ УКРАИНЫ

*Соколов В. М., Бабаянц О. В., Мирось С. Л., Бушулян М. А., Бабаянц Л. Т., Залогина М. А., Мирось Е. Л.*

*Селекционно-генетический институт,*

*Национальный центр сортоизучения и семеноведения  
Украина, Одесса, 65036, Овидиопольская дорога, д. 3*

В СГИ УААН ведется селекция штаммов грибов, культивируемых в искусственно создаваемых условиях. Путем гибридизации и отбора на селективных средах получено более 40 оригинальных, устойчивых к грибным, вирусным и бактериальным инфекциям высокоурожайных штаммов Вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) и ее разновидностей. Разработаны новые технологии получения маточного и посевного мицелия Вешенки (*Pleurotus spp.*) шиитаке (*Lentinus edodes*), опенка зимнего (*Flammulina velutipes*), кольцевика (*Stropharia rugosoannulata*), рей-ши (*Ganoderma lucidum*), опенка летнего (*Kuehneromyces mutabilis*), навозника белого

(*Coprinus comatus*) и др. Разработаны и совершенствуются составы наиболее продуктивных субстратов для выращивания грибов. Разработаны энергосберегающие высокопродуктивные технологии выращивания Вешенки, шиитаке и других грибов для индивидуального и промышленного грибоводства, при которых в сокращенные сроки получают высокий урожай. Проводятся исследования лечебных свойств выше перечисленных грибов, изучаются морфо-экологические и биохимические свойства отселектированных штаммов. Ведется целенаправленный поиск среди дикой микобиоты тех видов грибов, которые возможно будет культивировать.

### ПРОБЛЕМЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГРИБОВ РОДА PLEUROTUS (FR.) KUMM.

*Солдатенко Н. А., Русанов В. А.\**

*Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт  
346400, Новочеркасск, Ростовское шоссе, д. 2*

*\*Ростовский государственный университет*

*\*344006, Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, д. 105*

Грибы во все времена были источником получения дополнительных пищевых ресурсов, а в трудные годы в буквальном смысле слова «спасали» население России от голода. В последние десятилетия в связи с ухудшением экономического положения в стране возрос интерес к альтернативным источникам питания, к которым, несомненно, относятся грибы. Резкое увеличение сбора дикорастущих видов уже привело к колоссальному росту случаев пищевых отравлений грибами. Альтернативой этим процессам может служить лишь значительное увеличение объемов культивируемых в контролируемых условиях грибов. Одними из самых распространенных культивируемых грибов являются виды рода *Pleurotus* (Fr.) Kumm. (преимущественно *P. ostreatus* (Fr.) Kumm.).

В процессе культивирования грибов этого рода имеется ряд узких мест, которые наряду с отсутствием, как правило, специальных помещений и оборудования, а также профессиональной подготовки, делают производственный успех весьма проблематичным. В докладе обсуждаются некоторые из наиболее распространенных проблем, возникающих обычно в процессе массового культивирования вешенки. К числу них относятся:

— Отсутствие специализированных помещений для выращивания; культивирование как правило ведется в приспособленных зданиях, подвалах и помещениях большой площади и объема, в которых трудно воссоздать все необходимые условия.

— Недостаточно выраженная специализация производителей отдельных компонентов, необходи-

мых для процесса культивирования: в большинстве случаев на рынке доминируют предприятия, которые выполняют большинство технологических приемов (от приготовления субстрата до сбыта продукции). Практическое отсутствие высокоспециализированных и механизированных на современном уровне поставщиков субстратов, приготовленных по стерильной технологии и методом ферментации, вынуждает производителей грибной продукции готовить субстраты кустарными методами, что резко снижает урожайность и норму прибыли.

— Низкое качество посевного мицелия. В связи с отсутствием специального оборудования и технологических линий для наращивания посевного материала коммерческие образцы мицелия часто контаминированы потенциальными антагонистами вешенки, что

приводит к частичной или полной потере урожая. Качество зерна, на котором выращивается посевной материал, зачастую низкое, что ослабляет рост мицелия и в итоге влияет на урожайность.

— Промышленность практически не выпускает специализированных, достаточно доступных по цене простых и надежных в употреблении миниатюрных приборов, выполненных на современном техническом уровне, для контактного и дистанционного измерений факторов среды.

— Общая культура грибоводства оставляет желать лучшего; в стране огромное число желающих заниматься культивированием грибов не имеют профессиональной подготовки и весьма смутно представляют себе весь технологический процесс и его особенности в конкретных приспособленных помещениях.

### ВЕШЕНКА И ТРИХОДЕРМИН НА ОДНОМ СУБСТРАТЕ

**Титова Ю. А., Хлопунова Л. Б., Коршунов Д. В.**

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений  
196608, Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3*

В условиях повсеместного развития безотходных замкнутых, ресурсосберегающих технологий как основы нормального бесперебойного функционирования народного хозяйства возможно управление отходами с целью уменьшения их количества и перевода в во вновь утилизируемую форму. Такие технологические схемы способны существовать и развиваться лишь на основе биологической конверсии отходов.

Целлюлозо-лигнин содержащие отходы сельского хозяйства и промышленности используются для интенсивного культивирования съедобных грибов рода *Pleurotus* (вешенка). Та же субстратная основа пригодна для культивирования микромицетов-антагонистов *Trichoderma lignorum* Tode и *T. koningi* Oudem. — действующих форм биопрепарата Триходермин, — обогащенная и переведенная в более усвояемую для микромицетов форму в результате первичной био-конверсии макромицетом. Биопрепарат Триходермин применяется против болезней растений, возбудители которых локализируются в почве: ризоктониоз картофеля, корневая гниль свеклы, черная ножка капусты, корневые гнили злаков, антракнозы и фузариозное увядание.

Объекты исследования: отходы сельского хозяйства, лесоперерабатывающей и хлебопекарной промышленности, 3 сорта съедобного гриба вешенки обыкновенной *Pleurotus ostreatus* (Jacq:Fr.) Kumm., штаммы селекции лаборатории микробиометода ВИЗР

микромицета *Trichoderma lignorum* Tode, 3-х недельные проростки огурца отечественного коротко плодного гибрида F1 «Мазай» (Агрофирма «Манул»).

Цель работы: разработка двух стадийной биотехнологии получения препарата Триходермин на основе вторичной утилизации субстратов для культивирования вешенки и оценка воздействия биопрепарата на развитие огурца и вредоносность болезней. Методы: малообъемное полупромышленное культивирование вешенки, чашечная и малообъемная культура штаммов *Trichoderma lignorum*.

Результаты: проведена оценка наиболее эффективно функционирующих комплексов «сорт-субстрат» по параметрам времени морфогенеза и урожайности. Определены наиболее урожайные сочетания сорта вешенки и субстратной смеси в лабораторных условиях: шоковый сорт Дон-103 — солома; опилки+отруби; бесшоковый НК-35 — солома; опилки+отруби. Проведена оценка биологической эффективности использования отобранных комплексов «сорт-субстрат» микромицетами рода *Trichoderma*. Наиболее перспективны для получения препарата Триходермин сочетания: Дон-103 — опилки+отруби. Отселектированы штаммы *Trichoderma lignorum*, эффективно утилизирующие отходы культивирования *Pleurotus ostreatus*. Проведена оценка воздействия лабораторной препаративной формы Триходермина на рост и развитие огурца и вредоносность болезней.