

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

**М.Е. Дыйканова, М.А. Бочарова,
М.В. Воробьев, В.И. Терехова**

КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ СЪЕДОБНЫЕ ГРИБЫ

Учебное пособие

Москва – 2023

УДК 635.8я73
ББК 42.348
К90

Дыйканова М.Е., Бочарова М.А., Воробьев М.В., Терехова В.И.
К90 Культивируемые съедобные грибы: учебное пособие. – М.: МЭСХ,
2023. – 82 с.
ISBN 978-5-6051060-0-5

Учебное пособие подготовлено в соответствии с программой учебной дисциплины «Грибоводство». Содержит дополнительный материал по культивируемым съедобным грибам, дает сведения о культивируемых съедобных грибах, приводит краткую справку по истории грибоводства. Содержит информацию о морфологических признаках видов и штаммов культивируемых грибов, по применению экологически безопасных и энергоресурсосберегающих технологий производства качественной, конкурентоспособной продукции грибоводства. Знакомит с научными достижениями в области грибоводства, с реальным производственным циклом выращивания шампиньонов.

Для подготовки бакалавров по направлению «Садоводство», направленности «Производство продукции овощных и лекарственных растений».

Рекомендовано к изданию методической комиссией института садоводства и ландшафтной архитектуры учебное пособие «Культивируемые съедобные грибы» предназначенной для студентов, обучающихся по направлению 35.03.05 «Садоводство», направленности: «Производство продукции овощных, лекарственных и эфиромасличных растений», 35.03.04 – «Агрономия», направленности: «Агробизнес» (протокол № 1/1 от 27 сентября 2023 г.).

Рецензенты:

Король В.С. – доктор с.-х. наук (ООО «Рефлак», Москва);

Тазина С.В. – канд. биол. наук, доцент (Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН).

ISBN 978-5-6051060-0-5

УДК 635.8я73
ББК 42.348

© Коллектив авторов, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. НАУКА О ГРИБАХ, ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГРИБОВОДСТВА.....	5
Контрольные задания.....	13
Глава 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ГРИБОВ	14
Контрольные вопросы и задания.....	23
Глава 3. КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ СЪЕДОБНЫЕ ГРИБЫ.....	24
Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНА	40
Глава 5. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУЛЬТИВАЦИОННЫМ СООРУЖЕНИЯМ, ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ШАМПИНЬОНА	45
Контрольные вопросы и задания.....	64
Глава 6. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ.....	65
Контрольные вопросы и задания	70
Глава 7. РАЗМНОЖЕНИЕ ГРИБОВ, ПОЛУЧЕНИЕ КОММЕРЧЕСКОГО МИЦЕЛИЯ (ТИРАЖИРОВАНИЕ)	71
Контрольные вопросы.....	76
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	77

ВВЕДЕНИЕ

Цель освоения дисциплины: «Грибоводство» направлено на получение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области производства культивируемых грибов, включая в себя: владение стандартными методами определения качества посадочного материала, реализацию и контроль технологического процесса производства продукции грибоводства в соответствии с регламентирующей документацией, владение визуальными и инструментальными методами оценки качества грибной продукции, готовности культур к уборке, определение сроков, способов и темпов уборки урожая грибов, обеспечивающих сохранность продукции от потерь и ухудшения качества, владение методами кратковременного ее на хранения, обеспечения сохранности продукции от потерь и ухудшения качества, знания о требованиях к качеству грибной продукции.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть учебного плана формируемой участниками образовательных отношений по направлению подготовки 35.03.05 «Садоводство».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-2 (индикаторы: ПКос-2.1, ПКос-2.2, ПКос-2.3, ПКос-2.4), ПКос-3 (индикаторы: ПКос-3.1, ПКос-3.2, ПКос-3.3, ПКос-3.4).

Краткое содержание дисциплины: Дисциплина «Грибоводство» дает студентам сведения о классификации грибов, используемых человеком для пищевых целей, о культивируемых съедобных грибах, приводит краткую справку по истории грибоводства. Студенты получают знания о морфологических признаках видов и штаммов культивируемых грибов, по применению экологически безопасных и энергоресурсосберегающих технологий производства качественной, конкурентоспособной продукции грибоводства. Знакомятся с научными достижениями в области грибоводства, с реальным производственным циклом выращивания шампиньонов. Знания и навыки необходимы специалистам, связанным по роду деятельности с производством съедобных грибов в защищенном грунте.

Общая трудоемкость дисциплины: «Грибоводство» составляет 180 ч (5 зачетных единиц).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

Глава 1. НАУКА О ГРИБАХ, ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГРИБОВОДСТВА

Наука о грибах носит название микология (гр., *myses* – гриб, *logos* – наука) – раздел биологии, изучающий морфологию, физиологию, биохимию, экологию, географию, филогению и роль грибов в природе и жизни человека. Грибы занимают особое положение в системе живого мира. Им присущи некоторые черты животных и растительных организмов. Систематика грибов является самостоятельным разделом микологии, она постоянно претерпевает существенные изменения. До конца VIII в. не существовало основополагающих принципов научной классификации грибов. Карл Линней называл их хаосом, в котором невозможно найти никакой системы, при этом относил грибы к низшим растениям. В отдельное царство грибы были выделены во второй половине XX в., в него входят низшие и высшие грибы и грибоподобные организмы, большинство не поддающиеся культивированию.

С животными грибы сближают некоторые физиолого-биохимические признаки:

- гетеротрофный тип обмена по углероду;
- азотный обмен (образование мочевины);
- гликоген в качестве запасного вещества;
- потребность в витаминах;
- отсутствие хлорофилла;
- наличие хитина;

С растениями грибы сближают:

- характер питания;
- апикальный рост;
- способность к неограниченному росту;
- прикрепление к субстрату;
- наличие плотной клеточной стенки;
- неподвижность в вегетативном состоянии;
- вегетативный и спорный способы размножения.

В учебном пособии рассматривается грибоводство как раздел отрасли овощеводства, занимающийся культивированием и переработ-

кой различных видов съедобных грибов, и производством мицелия. Культивировать грибы как любую сельскохозяйственную культуру, люди пытаются с давних пор. Археологами обнаружены доказательства того, что грибы использовались уже приблизительно 30 тысяч лет назад, в качестве лекарственного и пищевого продукта.

Более двух тысяч лет назад в странах Юго-Восточной Азии культивировали гриб шиитакэ. В III столетии нашей эры в Китае употребляли в пищу хрящеватые студенистые грибы, аурикулярию уховидную (иудино ухо), а в VI в. в Китае и Корее массово культивировали экстенсивным способом. В Древнем Китае было известно 5 различных видов этого гриба. Их собирали в дождливую погоду и сушили. В Японии и на Тайване выращивают белый студенистый гриб *Tremella fuciformis*, называемый «серебряное ухо».

Римские представители знатных родов высоко ценили шампиньоны как лакомство. Плиний Старший (23–79 г. н.э.) писал, что богатые римляне не доверяли приготовление грибных блюд своим рабам, а готовили их самостоятельно, используя дорогие столовые приборы и серебряную посуду. Объяснялось это не только ценностью продукта, но и осторожностью: Плиний описывал, как в 54 г. н.э. Агриппина при помощи грибов отравила мужа, императора Клавдия, чтобы сделать наследником сына Нерона. Император Нерон двусмысленно называл шампиньон «пищей богов». Имеются сведения, что в Древней Греции в 300 г. до н.э. Теофраст пытался заниматься разведением грибов. В 50-х годах н.э. отдельные съедобные грибы размножали путём закапывания их в землю или поливания участков (в местах, по условиям соответствующих естественному обитанию грибов) водой, в которой какое-то время выдерживались грибы. Похожим способом в середине XVII столетия садовники Парижа размножали шампиньон. Воду, в которой промывали грибы, выливали на гряды с отходами дынь. Вначале шампиньон разводили в окрестностях Парижа, в старых заброшенных каменоломнях, где добывали камень для его постройки, в частности в местах, где в течение года сохраняются благоприятные для роста шампиньонов температура (12–14 °С) и аэрация. Первую книгу о куль-

тивировании шампиньонов написал в 1600 г. известный во Франции агроном-литератор Оливье (рис. 1).

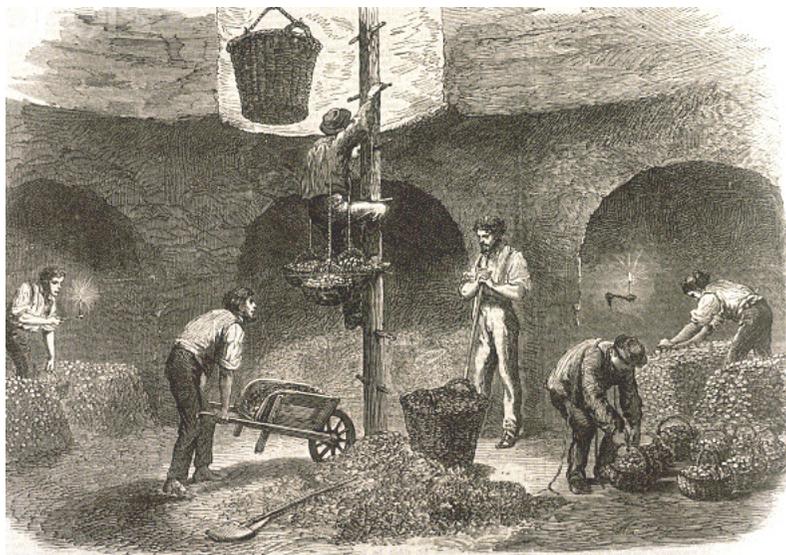


Рис. 1. Сборщики грибов на каменоломне под Парижем, 1869 г.

Спустя некоторое время шампиньоны начали культивировать в Италии, Англии, Германии и других странах Европы. Вскоре эта культура гриба получила распространение и в России. В 1778 г. в «Экономическом журнале» была опубликована статья А. Болотова, где он делился опытом выращивания шампиньонов в подвале.

Русские огородники довольно успешно выращивали шампиньоны, не имея стерильной зерновой грибницы. Начиная с середины XIX столетия, выращиванием шампиньона начали заниматься ростовские огородники Грачевы, получившие от производства хорошие доходы. У Е.А. Грачева была своя рецептура приготовления субстрата. Для выращивания использовали парники, устроенные на сухих песчаных местах, дно которых состояло из мелкого песка с примесью чернозема или парникового перегноя. Такой грунт, по мнению Е.А. Грачева более всего подходил к естественным условиям произрастания шампиньонов. На дно парника укладывали перепревший солоmistый навоз толщиной 30–40 см, сверху слой 18 см свежего, горячего

навоза, а далее 18 см обыкновенной парниковой земли. В этот субстрат, на солоmistый навоз помещали дикорастущую грибницу. Закладывали парник в июне, а в августе после сбора грибов с третьей волны выращивание заканчивалось. Конечно, при разведении и выращивании таким образом шампиньонов, ни о каком сортовом посадочном материале речь не идет.

В книге С. Хмельницкого «Новейшие правила садоводства и огородничества» 1869 г. издания приводится способ искусственного выращивания мицелия шампиньонов и сохранения его в высушенном субстрате (рис. 2).



Рис. 2. Приготовление компоста в шахтных выработках вблизи Лимбурга, Голландия, рубеж XIX–XX вв.

На то, что в конском навозе, часто присутствует сильно развитая грибница, первыми обратили французские садовники. Они вносили грибницу в защищенный от дождя и солнца компостированный субстрат и после ее прорастания продавали по частям как посадочный ма-

териал. Когда стало ясно, что споры грибов выполняют такие же функции, что и семена растений, их начали подмешивать в корм лошадям и таким образом получали конский навоз с грибницей. В дальнейшем его смешивали с дополнительными добавками и использовали в качестве посадочного материала при выращивании грибов.

Только в XX в. научились выращивать стерильную грибницу в лабораторных условиях и использовать в качестве посадочного материала, это позволило перейти на новый уровень промышленного производства в специальных культивационных помещениях с искусственным микроклиматом.

В результате селекционной работы были выведены высокоурожайные расы и штаммы шампиньонов, и грибоводство стало настоящей сельскохозяйственной отраслью.

В настоящее время промышленное производство шампиньонов осуществляется в более чем 70 странах мира. На современных предприятиях осуществляют не только выращивание, но и переработку грибов.

Культивируемые грибы – шампиньоны, вешенка, шиитаке, кольцевик, опёнок, зимний гриб и другие виды завоевали популярность благодаря вкусовым качествам и содержанию в них питательных веществ. Белковый комплекс грибов содержит незаменимые аминокислоты, необходимые организму человека, витамины групп А, В, С, Д, РР. Грибы более близки к представителям животного мира по аминокислотному и углеводному составу. Ряд продуктов обмена веществ у грибов существенно отличается от аналогов растительной клетки.

Выращиванием грибов в искусственных условиях занимаются уже более трёх столетий.

Однако только за последние 40–50 лет созданы предпосылки для внедрения в производство индустриальных методов их культивирования. Техническая оснащённость грибоводческих предприятий существенно шагнула вперёд. Начали использовать унифицированные быстро возводимые строительные конструкции, современное техническое оборудование для управления и контроля микроклимата, систему ма-

шин и механизмов, обслуживающих производство. Разработаны и внедрены в производство ресурсосберегающие технологические процессы централизованного приготовления субстратов, их термической обработки и проращивания плодовых тел, в культуру внедрены высокопродуктивные штаммы съедобных грибов. Изменился подход к системе защитных мероприятий в сторону применения системы биологической защиты.

Все перечисленные процессы важны для интенсивной монокультуры в промышленном грибоводстве и получения экологически безопасного урожая.

Промышленное грибоводство, как вид экономической деятельности в развитых европейских странах, стало одной из основных самостоятельных отраслей сельскохозяйственного производства наряду с промышленным тепличным овощеводством. Производство грибов за последние 10 лет выросло в 10 раз. По подсчётам аналитиков компании «Интерагро», в 2023 г. мировое производство грибов составило более 12 млн т. Шампиньон в этой структуре держит первенство (более 85 %). Кроме шампиньона, широко распространено выращивание вешенки и шиитаке. Объектами культивирования в настоящее время являются 15 видов съедобных грибов.

Интересен опыт практического грибоводства Китая, он на протяжении десятилетий остаётся мировым лидером с объёмом производства около 9 млн т ежегодно. На сегодняшний день Китай занимает более 75 % мирового рынка грибов, и постоянно увеличивает объёмы производства грибов в качестве одного из альтернативных источников растительного белка (таблица).

Ожидается, что рост коммерческого потребления грибов в ресторанах, супермаркетах, кафетериях и отелях будет играть жизненно важную роль в формировании мирового рынка в ближайшем будущем. Изменения потребительских предпочтений в пользу веганской еды и рост спроса на заменители мяса, по прогнозам, поможет расширить грибной рынок в течение ближайших лет. В период с 2020 по 2025 г. производство грибов в мире будет прирастать более чем на 6 % ежегодно.

Основные виды культивируемых съедобных грибов и страны производители

Вид гриба	Страна-производитель
Шампиньон двуспоровый – <i>Agaricus bisporus</i>	Китай, США, Нидерланды, Франция, Италия, Испания, Великобритания, Польша (2,8 млн т в год)
Виды рода Вешенка – вешенка обыкновенная – <i>Pleurotus ostreatus</i>	Италия, Франция, Бельгия, Нидерланды, Япония, Тайвань (1,5 млн т в год)
Шиитаке (китайский гриб) – <i>Lentinus edodes</i>	Япония, Китай, Корея (600 тыс. т в год)
Зимний гриб (фламмулина бархатистая) – <i>Flammulina velutipes</i>	Япония, страны Юго-Восточной Азии (200 тыс. т в год)
Опёнок летний – <i>Kuehneromyces mutabilis</i>	Германия, Чехия, Россия, Белоруссия
Кольцевик (строфария морщинистокольцевая) – <i>Stropharia rugoso-annulata</i>	Польша, Венгрия, Англия, Россия
Рисовый гриб – <i>Volvariella volvacea</i>	Япония, Китай, Индонезия, Бирма, Индия (200 тыс. т в год)
Др. виды съедобных грибов, например: Иудино ухо – виды рода <i>Auricularia</i> ; Дрожжалка – <i>Fremella jucijormis</i> ; Намеко (липкий гриб) – <i>Pholiota nameko</i>	В странах Дальнего Востока, Китае и странах Южной Азии (120 тыс. т в год), (40 тыс. т в год), (25 тыс. т в год)

Производство грибов в Российской Федерации ежегодно показывает существенный рост, по итогам 2022 г. увеличение составило 16,5 % до 128,7 тыс. т, по данным Минсельхоза. Крупнейшими регионами производителями грибов являются Краснодарский край, Курская, Московская, Калужская области и республика Татарстан (рис. 3).

Существенный рост отечественной отрасли грибоводства развивается благодаря политике государства в сторону импортозамещения. Порядка 80 % от общей доли производства грибов в Российской Федерации занимают шампиньоны.

По мере того, как растёт уровень внутреннего производства, снижается и импортная зависимость. За последние 5 лет удалось снизить уровень импорта грибов почти на 10 тыс. т в год. Основной мерой государственной поддержки производителей грибов является льготное краткосрочное (до одного года) и инвестиционное (от 2 до 8 лет) кредитование.

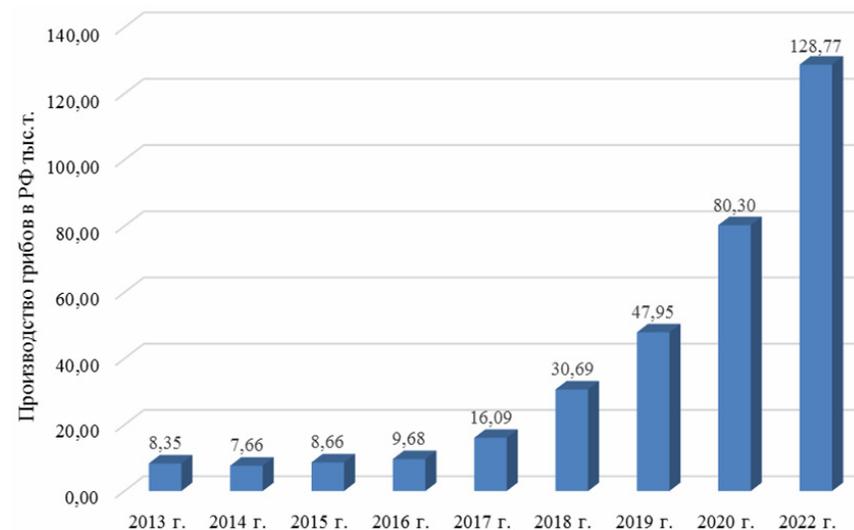


Рис. 3. Производство культивируемых грибов в РФ, тыс. т в год

В 2020 г. правительство включило грибы в перечень сельскохозяйственной продукции, а это означает, что ставку налога на прибыль для российских производителей грибов снизят до 0 %. Рынок грибов в нашей стране практически сформирован, отрасль грибоводства стала особо привлекательной для инвесторов и ее развитие приобрело важное значение для внутреннего рынка.

Превратить грибы в такую же сельскохозяйственную культуру, как зерновые злаки, овощи, фрукты люди пытаются с давних пор. Археологами обнаружены доказательства того, что грибы использовались уже приблизительно 30 тыс. лет назад не только для основного питания, но и в лечебных целях. Изучение свойств культивируемых грибов позволяет считать общепризнанным их значение в современной медицине. Они обладают высокой поглотительной способностью и активностью ферментативного аппарата, поэтому экстракты их используют в приготовлении лекарственных препаратов, повышающих иммунитет человеческого организма, и препаратов противоопухолевого назначения, а также используемых для выведения из организма вредных токсических веществ. В этой связи возрастает значение про-

мышленного производства съедобных грибов, это обеспечивает выпуск больших объёмов экологически безопасной грибной продукции независимо от сезонности в поставках её потребителям.

Контрольные задания

1. Перечислите грибы, поддающиеся успешному культивированию.
2. Назовите пищевые и лечебные свойства грибов.
3. Назовите страны – лидеры по культивированию шампиньона.

Глава 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ГРИБОВ

Грибы – обширная группа организмов, насчитывающая около 100 тыс. видов. Плодовые тела грибов лишены хлорофилла, поэтому требуют для питания готовое органическое вещество. Для питания грибов-гетеротрофов необходимо готовое органическое вещество. Грибы-сапрофиты питаются мертвым органическим веществом. Грибы-паразиты используют для питания живые ткани. По наличию в обмене мочевины, хитина и в оболочке клеток, запасного продукта – гликогена, а не крахмала они приближаются к животным. С другой стороны, по способу питания путем всасывания (адсорбтивное питание), а не заглатывания пищи, по неограниченному росту они напоминают растения.

Грибы – это плодовые тела грибов – макромицетов. Для пищевых целей грибы выращивают как сельскохозяйственные культуры (культивируемые грибы) или собирают в естественных местах произрастания (дикорастущие грибы). Грибы как продукты питания известны с незапамятных времён во многих странах мира. В пищу употребляют около 40 видов дикорастущих грибов. По данным ряда ботанических учреждений мира, урожай съедобных диких грибов ежегодно превышает 3,5–4 млн т, до потребителя же доходит лишь незначительная часть, что связано с огромными трудностями сбора грибов на недоступных для человека территориях. Сбор урожая грибов в естественных условиях произрастания, как правило, сезонный и сильно зависит от климатических факторов. Особенно страдают грибные плантации от засухи и изменения экологии лесного хозяйства, от химического и радиационного загрязнения территорий. Многие европейские страны полностью перешли на использование в пищу грибов, выращиваемых в специализированных сооружениях.

Большинство ценных съедобных грибов относится к классу базидиальных грибов, но имеют различия по типу питания и условиям роста, выделяют следующие экологические группы съедобных грибов: гумусовые сапротрофы, дереворазрушающие грибы, микоризообразователи.

Гумусовые сапротрофы. В природных условиях встречаются в местах скопления органики, на компостных и навозных кучах (шампиньон, навозник, дождевик и др.). Относятся виды грибов, мицелий которых распространяется в гумусовом слое почвы. Многие из них растут на открытых пространствах – полях, лугах, выгонах, степях.

Дереворазрушающие грибы (ксилотрофы) В природных условиях встречаются на стволах отмерших деревьев, пнях, порубочных остатках, валежнике (вешенка, шиитаке, дрожалка, зимний опенок, летний опенок (намеко)). Поселяются на древесине, питаются за счет веществ, входящих в ее состав, и вызывают разрушение (деструкцию) древесных тканей. В разрушении древесины принимают участие многие организмы. Однако ведущую роль в данном процессе играют дереворазрушающие грибы. Большинство культивируемых грибов – ксилотрофов относится к подгруппе грибов – сапротрофов (вешенка обыкновенная, шиитаке, зимний гриб, летний опёнок). Перечисленные грибы с успехом выращивают круглый год в специальных культивационных помещениях, в качестве субстрата используют целлюлозосодержащие и деревоперерабатывающие отходы. В естественных условиях развитие их происходит на пнях, древесине лежащей на поверхности почвы и древесных субстратах от определенных пород деревьев.

Симбиотрофные грибы (микоризообразователи) – макромицеты, образующие микоризу на корнях деревьев и кустарников, составляют 40 % от общего количества шляпочных грибов, известных в настоящее время. Эти грибы хуже поддаются искусственному культивированию, так как тесно связаны с корневой системой древесных пород. Сам термин «микориза» (грибокорень) был введен профессором Берлинского университета А.В. Франком в 1885 г., однако первые попытки научного объяснения этого явления принадлежат профессору Новороссийского университета Ф.М. Каменскому.

В почве мицелий гриба плотным чехлом окутывает мелкие корни и корневые волоски растений, во много раз увеличивая площадь их питания. Для древесных растений характерны так называемые эктотрофная и эктоэндотрофная микоризы. В первом случае гифы гриба

образуют чехол на наружной поверхности корней, во втором – гифы не только оплетают корень, но и проникают в межклеточное пространство корней и даже внутрь клеток коровой паренхимы.

Некоторые элементы питания, такие как (соединения фосфора, кальция, азота, калия) необходимые для растений находятся в почве в недоступной форме. И если бы симбиоз грибов и растений не был так широко распространен в природе, растения сильно страдали от минерального голода.

Большую роль микориза играет и в снабжении растений водой. Особенно важна эта функция в условиях недостаточной влажности, засоления почвы. Микориза практически единственная форма почвенного питания древесных растений в холодных таежных и сухих полупустынных и пустынных областях.

Большинство наших растений – деревьев, кустарников и трав – образуют микоризу. Широко распространенная микотрофность древесных пород является основой существования лесов практически во всех зонах умеренного климата. Она облигатна (обязательна) для представителей семейств сосновых, березовых и буковых.

Интенсивность образования микоризы зависит от содержания в почве доступных для растений форм азота, фосфора, калия и степени освещенности местообитаний. Максимальное ее развитие наблюдается при низких концентрациях одного из названных элементов.

Большинство собираемых нами в лесу съедобных грибов относятся именно к микоризообразователям-симбиотрофам. Это все трубчатые грибы – белые, подосиновики, подберезовики, маслята, моховики, дубовики, польский и желчный грибы; пластинчатые – сыроежки, грузди, рыжики, рядовки, зонтики, а также ядовитые, несъедобные и малоизвестные в пищевом отношении грибы – мухоморы, паутинники. Микоризу образуют некоторые гастеромицеты и аскомицеты: трюфели, строчки, ложнодождевики.

Существует немало грибов, способных образовывать плодовые тела как при участии в микоризе, так и без связи с корнями деревьев. В неблагоприятных для деревьев условиях, например, в сфанговых со-

сняках и березняках, в искусственных лесных насаждениях (лесозащитные полосы в степях, полупустынях) такие грибы, как свинушка тонкая и лаковица, ведут себя как истинные микоризообразователи. А в лесных сообществах с благоприятными для деревьев условиями они меняют тип питания на сапротрофный.

Сапротрофные макромицеты: сапротрофные грибы осуществляют все процессы жизнедеятельности за счет мертвого органического вещества. В процессе эволюции у них сформировался специфический набор ферментов, позволяющий использовать те или иные субстраты.

Подстилочные сапротрофы. Разрушители лесной подстилки, опад, остатков травянистых растений (кольцевик, вольвариелла). Скорость разложения мертвого органического вещества, заключенного в лесном опаде и подстилке, а также интенсивность биологического круговорота веществ в лесных сообществах во многом зависят от биологической активности сапротрофных грибов. Поскольку лесная подстилка разлагается в течение длительного времени, она делится на ряд слоев различной степени разрушения.

Верхний слой, состоящий из сохраняющих структуру растительных остатков, характеризуется наибольшим разнообразием биохимического состава и максимальной изменчивостью показателей температуры и влажности, что значительно ограничивает потенциальные возможности сапротрофных грибов разрушать органические вещества. Основу растительных остатков в этом слое составляют гемицеллюлоза и лигнин, много здесь водорастворимых и зольных соединений, азота и углерода, таннинов, жиров, воскомол.

Последовательность развития организмов на начальных этапах разложения опада протекает по следующей схеме: вначале здесь поселяются бактерии и некоторые низшие грибы, потребляющие водорастворимые органические соединения, за ними следуют представители сумчатых грибов и несовершенные грибы, потребляющие крахмал, их сменяют базидиальные грибы, разлагающие лигнин и целлюлозу.

Копротрофы (копрофилы) – грибы, которые используют органические вещества, находящиеся в экскрементах животных (навозник

белый, или лохматый, или косматый) *Coprinus comatus*. Особенно многочисленны они на помете травоядных – его разложение на начальных этапах осуществляется низшими грибами, затем их сменяют макромицеты из рода *Coprinus*. В связи со спецификой своего субстрата копротрофные макромицеты обладают хрупкими плодовыми телами и коротким сроком жизни (несколько дней).

Из огромного разнообразия грибов наибольший интерес для нашего курса представляют шляпочные грибы (рис. 4). Поиск различных шляпочных грибов как объектов искусственного выращивания ведётся из числа тех, которые способны развиваться на растительных остатках, не представляют угрозы для природы и здоровья человека и обеспечивают высокие урожаи плодовых тел.

Многие дикорастущие грибы невозможно культивировать в искусственных условиях т.к. подавляющее большинство являются микоризообразователями. Их грибница плотно оплетает и внедряется в корни живых деревьев или травянистых растений, образуя «микоризу» (грибокорень), одним из ярких представителей – это трюфель чёрный.

Форма плодовых тел культивируемых грибов: шляпочные, кустисто-лопастные (рис. 5), клубневидные (рис. 6).

К одним из своеобразных грибов студенистой консистенции в виде складчатых наростов неправильной формы можно отнести – дрожалку (белый гриб-желе, серебряное ухо) (см. рис. 5). Также к экзотическим хрящевато-студенистым грибам можно отнести аурикулярную уховидную, или иудино ухо, растущие преимущественно на мертвой древесине (см. рис. 6). В основном распространённых на Дальнем Востоке и Юго-Восточной Азии.

Способы выращивания грибов можно разделить на экстенсивный и интенсивный.

Экстенсивный способ осуществляется в естественных условиях: на опушках леса, лесосеках, лесных полянах, на приусадебных участках. Т.е. естественные или искусственно созданные плантации для многолетней культуры грибов.



Рис. 4. Кольцевик на почве



Рис. 5. Дрожалка белая (на древесине)



Рис. 6. Трюфель черный (в почве на глубине 20 см)

В среднем продолжительность выращивания составляет 3–5 лет, уборка проводится с апреля по ноябрь месяцы каждого года. Данный способ широко практикуется в России, Франции, Германии, странах

Юго-Восточной Азии. Недостатком экстенсивного способа является сезонность сбора урожая и зависимость от климатических условий региона, в тоже время не требует больших затрат. В качестве материала для выращивания используют преимущественно отходы лесозаготовительной промышленности (низкокачественная древесина, пни, ветки, опилки, стружки, кора), а также сельскохозяйственного производства (солома злаковых культур, стебли и початки кукурузы и др.). Экстенсивным способом выращивают вешенку, шиитаке, сморчки, опенок зимний, аурикулярю уховидную.

Интенсивный способ можно организовать в простейших помещениях или специально оборудованных культивационных сооружениях с системами создания и поддержания требуемых параметров микроклимата и имеющих механизмы для выполнения технологических операций. Технологическое оборудование подбирается с учетом используемых сырьевых материалов для приготовления субстратов, объема производства, биологических особенностей грибов. Интенсивное выращивание проводится круглый год с многократным использованием помещения.

Система культивирования грибов подразумевает организационно-технологическую структуру производства, базирующуюся на конкретной технологии, обеспеченной соответствующим перечнем культивационных сооружений основного и вспомогательного назначения, системами технологического обслуживания, включая систему машин.

Организация производства и принятая технология выращивания в сочетании с максимально используемыми возможностями механизации технологических процессов и профессиональной подготовки кадров определяет эффективность производства грибов.

Промышленная технология выращивания грибов, как и любое промышленное производство в современных экономических условиях стремится к обеспечению наивысшей экономической эффективности производства путем максимального использования всех ее составляющих элементов. К ним можно отнести:

- эффективную технологию производства субстрата (компоста) для культивирования грибов, позволяющую в более короткие сроки получить селективную (избирательную) питательную среду;

- более эффективный и технически обеспеченный способ термической обработки субстрата (компоста);

- высококачественный посадочный материал (мицелий) с высокоценными хозяйственными признаками, к которым относятся показатели массы плодовых тел культивируемого гриба, определяющие качество продукции и тип плодоношения, используемого в грибоводстве штамма (гибрида);

- оптимальные условия выращивания, которые обеспечиваются соответствующими системами регулирования и контроля микроклимата;

- систему машин, обслуживающую производственный процесс в соответствии с принятой организационно-технологической системой выращивания.

Многие европейские страны полностью перешли на использование в пищу грибов, выращиваемых в специализированных сооружениях. Культивируемые грибы – шампиньоны, вешенка, шиитаке, аурикулярия уховидная, зимний гриб и другие виды завоевали популярность благодаря вкусовым качествам и содержанию в них питательных веществ.

По питательной ценности грибы занимают промежуточное положение между мясом и овощами, поэтому приобретают все большую ценность для людей в качестве низкокалорийного продукта, одновременно относящегося к деликатесам. При приготовлении грибы хорошо сочетаются с другими продуктами питания, используются в салатах, подливах, супах и др.

Белковый комплекс грибов содержит незаменимые аминокислоты, необходимые организму человека, витамины групп А, В, С, Д, РР. Грибы более близки к представителям животного мира по аминокислотному и углеводному составу. Ряд продуктов обмена веществ у грибов существенно отличается от аналогов растительной клетки. Исследованиями ряда учёных установлено, что 150–200 г грибов (по сухой

массе) достаточно для обеспечения суточного питательного баланса человека массой 70 кг.

Изучение свойств культивируемых грибов позволяет считать общепризнанным их значение в современной медицине. Они обладают высокой поглотительной способностью и активностью ферментативного аппарата, поэтому экстракты их используют в приготовлении лекарственных препаратов, повышающих иммунитет человеческого организма, и препаратов противоопухолевого назначения, а также используемых для выведения из организма вредных токсических веществ.

До середины XX столетия шампиньон во многих странах был единственным съедобным грибом, культивируемым в промышленном масштабе. И только в последние три-четыре десятилетия стали культивировать другие ценные виды съедобных грибов – вешенку обыкновенную, опенок летний, строфарию морщинисто-кольцевую, навозник белый. В настоящее время шампиньоны выращивают в промышленном масштабе более чем в 70 странах мира. В ряде стран создана целая грибная индустрия, осуществляющая не только выращивание, но и переработку шампиньонов и других грибов. В результате селекционной работы были выведены высокоурожайные расы и штаммы шампиньонов, и гриб стал настоящей сельскохозяйственной культурой.

Исторический интерес к искусственному выращиванию основывается:

- на получении экологически чистого продукта с высокими питательно-лечебными свойствами круглый год;

- на значительно более высокой урожайности грибов по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами;

- на использовании в качестве питательного субстрата различных дешёвых отходов сельскохозяйственных производств и перерабатывающих отраслей;

- на использовании отработанного субстрата (после сбора урожая грибов) как ценного органического удобрения под сельскохозяй-

ственные культуры (на полях, в садах, и огородах) и в качестве белковых кормовых добавок в рацион для сельскохозяйственных животных и птиц.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите отличия интенсивного и экстенсивного способов культивирования грибов.
2. В чем преимущества интенсивного способа выращивания?
3. Перечислите причины, по которым возникают сложности в искусственном культивировании грибов.

Глава 3. КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ СЪЕДОБНЫЕ ГРИБЫ

Культивируемые грибы, представляющие интерес для грибоводства образуют плодовое тело, состоящее из шляпки и ножки. На нижней стороне шляпки формируются ламеллы (пластинки или трубочки), в которых располагаются споры микроскопического размера. Споры необходимы для полового размножения грибов, подобно семенам высших растений. Мицелий является органом вегетативного размножения гриба. Цикл развития гриба: спора–мицелий–плодовое тело. У сморчков и строчков споры размещаются на внешней стороне шляпки в специальных вместилищах (асках) (рис. 7).

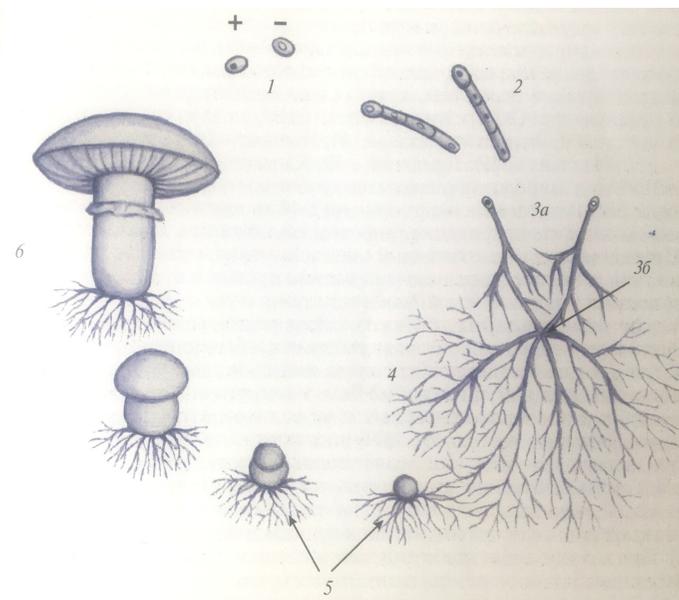


Рис. 7. Схема развития гриба по фазам (полный цикл):

- 1 – споры гриба; 2 – прорастание спор в гифы; 3а – первичный мицелий; 3б – слияние двух первичных мицелиев (+и –); 4 – вторичный мицелий (грибница); 5 – зачатки плодового тела (примордии); 6 – молодое плодовое тело и зрелое плодовое тело

В питательном субстрате под ножкой плодового тела находится мицелий, состоящий из многочисленных тонких нитей – гиф. Гифы очень тонкие, разрастаются на несколько метров от плодового тела. По

мере роста гифы утолщаются, мицелий становится тяжистым, на гифах образуются зародыши плодовых тел (примордии). Гифы мицелия обладают способностью при разрывах быстро регенерировать. Мицелий необходим для поглощения питательных веществ и воды, необходимых для развития грибницы и формирования плодового тела (рис. 8).



Рис. 8. Плодовое тело шляпочного гриба

Шампиньон двуспоровый (*Agaricus bisporus* Lange)

Наиболее распространен в культуре шампиньон двуспоровый, однако культивируют также и биторквис. Эти два вида отличаются друг от друга по морфологическим признакам (двуспоровый образует две споры на базидии, биторквис – четыре) и по требованиям к условиям внешней среды.

Шампиньон двуспоровый выращивают на всех континентах. Общий объем его продукции составляет 75–80 % от мирового производства грибов. Преимущественное выращивание шампиньона объясняется тем, что он даёт большой урожай высококалорийной продукции и его можно собирать в течение всего года благодаря короткому циклу роста и развития мицелия. Также отработанный субстрат, остающийся после выращивания грибов, используют как ценное органическое удобрение при выращивании сельскохозяйственных культур в открытом и защищённом грунте. Выведено более 50 штаммов культурных шампиньонов, различающиеся по окраске шляпки (белая, коричневая и кремовая).

Вешенка обыкновенная, или устричная (*Pleurotus ostreatus*), (устричный гриб, вёшенка)

Вешенка устричная (вешенка обыкновенная) распространена в странах с умеренным климатом, в том числе и России (рис. 9).



Рис. 9. Плодовые тела вешенки обыкновенной

Имеет мясистую шляпку диаметром 5–15 см (до 30 см), плоскую, округлую, с тонким краем, по форме напоминающую ухо или раковину устрицы. Поверхность шляпки гладкая глянцевая, иногда волнистая, часто покрыта мицеллиальным налётом.

Цвет изменяется в зависимости от возраста и условий выращивания – от тёмно-серого или буроватого до белого или светло-жёлтого.

Ножка у гриба короткая, плотная, сплошная, эксцентрическая или боковая; по форме – цилиндрическая, суженная к основанию, часто изогнутая, длиной 2–5 см, толщиной 0,8–3 см.

Гриб плодоносит сростками, в которых насчитывается до 30 и более плодовых тел. Мякоть вешенки белая и плотная, имеет приятный аромат и нежный вкус.

Растет на мертвой древесине и на некоторых других материалах органического происхождения при искусственном выращивании

Производственное культивирование вешенки началось с 60-х годов, когда было установлено, что гриб хорошо растет и плодоносит не только на древесине, но и на различных субстратах растительного происхождения, в частности на зерне и других питательных средах.

Вешенку обыкновенную относят к классу базидиомицетов (*Basidiomycetes*), к порядку пластинчатых, или агариковых (*Agaricales*), к семейству плевротовых (*Pleurotaceae*), роду плевротус (*Pleurotus*), или вешенка.

В настоящее время наиболее детально разработана технология выращивания вешенки обыкновенной, или устричной (*Pleurotus ostreatus*).

Преимущества выращивания вешенки обыкновенной:

- высокая скорость роста и развития гриба, высокая урожайность плодовых тел;
- значительная конкурентная способность по отношению к посторонним микроорганизмам;
- способность усваивать питательные вещества из субстратов, приготовленных на основе широкого ассортимента дешёвых сельскохозяйственных отходов и перерабатывающих производств;
- простота и короткие сроки подготовки питательного субстрата и культивирования;
- устойчивость к болезням и вредителям.

Род насчитывает 39 видов, 10–12 из них являются объектами культивирования в разных странах Европы, Азии и Америки.

Белый степной гриб (*Pleurotus eryngii*): вешенка королевская, древесный боровик, эринги

Распространён практически во всех регионах мира: Азии, Африке, Западной и Восточной Европе (рис. 10).



Рис. 10. Плодовые тела вешенки степной

Несмотря на то, что белый степной гриб является видом вешенки, внешне он сильно отличается. Это мясистые прямостоячие грибы; молодые имеют очень толстую ножку и небольшую чуть выпуклую шляпку. С возрастом шляпка увеличивается в размерах и становится вогнутой воронкообразной. Плотная каплеобразная ножка используется в пищу, так же, как и шляпка.

Вешенка лимонная (*Pleurotus citrinopileus*): вешенка лимонно-шляпковая, вешенка золотистая, гриб лимонник, ильмак, золотисто гребешковый устричный гриб

Лимонная вешенка очень привлекательна и быстро растёт в группах. Отличается тонкими ножками и воронкообразными жёлтыми шляпками, поверхность шляпки сухая, ярко-жёлтая, с возрастом она выцветает и приобретает рыжевато-жёлтый оттенок. Ножки белые или желтоватые. Выращивается на соломе, опилках, картоне и другом субстрате, содержащем целлюлозу.



Рис. 11. Плодовые тела вешенки лимонной

В природе встречается на Дальнем Востоке, в Восточной Азии, в том числе Японии и Китае (рис. 11).

Вешенка розовая (*Pleurotus salmoneo stramineus*): вешенка фламинго, гриб фламинго

Один из самых экзотических разновидностей вешенки, имеет необычный цвет, приятный и оригинальный аромат, немного маслянистый вкус. По мере созревания цвет шляпки бледнеет, становясь свет-

ло-розовым, после термической обработки шляпка приобретает золотистый цвет (рис. 12).



Рис. 12. Плодовые тела вешенки розовой

Этот гриб распространён в субтропических и тропических областях: Таиланда, Вьетнама, Сингапура, Малайзии, Японии, Мексики, Бразилии. Является одним из самых быстрорастущих и теплолюбивых разновидностей вешенки.

**Вешенка синяя (*Pleurotus columbinus*):
вешенка голубиная, вешенка колумбийская**

Очень редкий вид вешенки, имеет необычный синий цвет шляпки, который становится светлее по мере старения. Мякоть синей вешенки мясистая и нежная, имеет приятный грибной запах и вкус.



Рис. 13. Плодовые тела вешенки синей

По питательным и целебным свойствам вешенка синяя сходна с вешенкой обыкновенной (рис. 13).

Шиитакэ – *Lentinus edodes* (Китайский гриб, Золотой дубовый гриб, Чёрный лесной гриб, Чёрный гриб, Дубовый гриб, Китайский гриб, Шиангу-гу, Донку, Пасания)

В переводе с китайского – ароматный гриб. Выращивать начали в Японии, затем Корее, континентальном Китае и на острове Тайвань около двух тысяч лет назад. Существуют документы, подтверждающие использование диких грибов шиитакэ за два века до нашей эры. В естественных условиях он сейчас встречается в лесах этих стран, а также в Малайзии и Филиппинах на дубе, грабе, буке.

Относится к древоразрушающим грибам. По мировому валовому сбору шиитакэ уступает только шампиньону. Считается, что вещества, содержащиеся в грибах шиитакэ, предотвращают преждевременное старение. Название гриба образовывается от слова «Ши» – вид карликового каштана (*Castanopsis cuspidate*), а «такэ» по-японски – гриб, получается «гриб, растущий на каштане».

В 1903 г. в Германии впервые попытались вырастить шиитакэ, однако результаты были скромными. Тремя десятилетиями позже большего успеха добились австрийцы. С тех пор масштабы разведения шиитакэ в Европе медленно, но стабильно растут (рис. 14).

Вначале его разводили следующим образом. На торец и боковую поверхность ствола толщиной 10–12 см и длиной 1–1,5 м наносили споры гриба, а затем топором врубали их в древесину. Эти отрезки стволов укладывали в штабеля, прикрывали ветвями и присыпали землей для создания условий высокой влажности и соответствующей среды с целью обеспечения быстрого роста мицелия.

Древесину с проросшим мицелием спустя несколько месяцев помещали в светлом лиственном лесу; через 1–2 года получали первый урожай грибов. Эта технология выращивания гриба мало изменилась до настоящего времени. Теперь вместо спор для заражения древесины используется специально подготовленный посевной материал.



Рис. 14. Культивирование шиитаке:

а, г – экстенсивным методом; б, в – интенсивным способом

Культивировать шиитаке стали и на различных целлюлозо- и лигнинсодержащих материалах (на опилках, коре, рисовой соломе и пр.), позволяющих получать высокий урожай круглогодично. Сегодня этот гриб уже выращивают в Германии, Италии, Австрии, России и в других странах.

Биологически активные вещества. Противопоказания

Гриб шиитаке содержит витамины (А, D, С, группы В), полезные микроэлементы, аминокислоты, жирные кислоты и полисахариды. В составе этих грибов обнаружили даже коэнзим Q10.

В составе грибов шиитаке содержится большое количество витаминов, обнаружено много тиамина, рибофлавина, ниацина, биотина. Особенно ценен гриб присутствием витамина D. В грибах шиитаке, выросших в природных условиях, количество витамина D превышает уровень содержания в печени трески.

В грибах шиитаке открыли полисахарид лентинан, который образует вещества, способные бороться с раковыми клетками, а также

фитонциды, которые помогают противостоять вирусным заболеваниям, гепатиту, гриппу и даже ВИЧ.

Гриб шиитаке противопоказан детям до 12–14 лет, беременным и кормящим женщинам, а также людям с диагнозом бронхиальная астма (из-за потенциальных аллергенов в составе). При индивидуальной непереносимости грибов возможна аллергическая реакция. Как и во всех грибах, в шиитаке содержатся трудноперевариваемые вещества, поэтому грибы следует употреблять в умеренных количествах.

Кольцевик или строфария (*Stropharia rugoso-annulata*)

По внешнему виду и вкусу плодовые тела кольцевика напоминают подосиновики. Свежие грибы строфарии морщинисто-кольцевой имеют характерный слабый аромат, напоминающий запах редиса и обусловленный наличием в них токсичных горчичных масел (рис. 15).



Рис. 15. Плодовые тела кольцевика

Диаметр шляпки 8–10 см (до 25 см).

Масса гриба 60–150 г. Встречаются экземпляры до 1 кг.

Окраска шляпки от серо-коричневой до каштаново-красной.

Ножка с двухслойным кольцом. Верхний слой – белый, гофрированный.

Проведённые исследования показали, что содержание этих масел настолько мало (гораздо ниже, чем в овощных культурах из семейства капустных, бобовых, лютиковых и других), что не может служить основанием для запрета промышленного культивирования этого гриба в России и других странах.

В природных условиях кольцевик растёт во Франции, Германии, Японии, странах Северной и Южной Америки, преимущественно в средних широтах. В России встречается в лиственных лесах Приморского края. Этот гриб, как и шампиньоны – почвенных сапротроф, развивающийся на хорошо удобренной почве, содержащей растительные остатки. Обычные места обитания кольцевика – это луга и крайне редко можно встретить в лесу. В естественных условиях гриб плодоносит с июня по октябрь.

Зимний гриб (*Flammulina Velutipes*) или фламмулина бархатистоножковая, зимний гриб (зимний опёнок), зноки

Промышленное выращивание еще одного древоразрушающего гриба – освоено в Японии и некоторых других странах Дальнего Востока (рис. 16). Здесь есть специализированные фермы по выращиванию фламмулины, которую называют еще зимним опенком. Культивируют ее только в закрытом помещении интенсивным способом: дело в том, что в отличие от вешенки и шиитаке, растущих только на мертвой древесине, фламмулина может развиваться как паразит на живых, особенно на ослабленных деревьях, и ее культивирование в открытом грунте представляло бы угрозу садам, паркам, лесу.

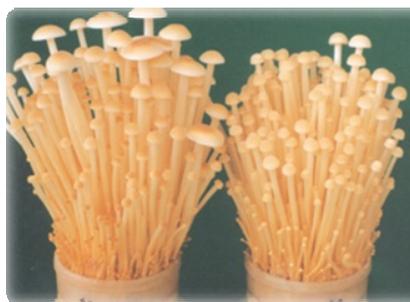


Рис. 16. Плодовые тела фламмулины

Первые сведения об искусственном выращивании фламмулины относятся к 800–900 гг. Вероятно, первоначально ее, как и шиитаке, культивировали на древесине. Сейчас в странах Дальнего Востока этот гриб выращивают на смеси опилок и соломы с минеральными добав-

ками, в стеклянных или пластиковых банках, причем все процессы от приготовления субстрата до заражения его стерильной грибницей механизированы.

Навозник белый – *Coprinus comatus*, сем. Навозниковые

Один из самых «молодых» видов съедобных грибов, недавно введенных в искусственную культуру (рис. 17).



Рис. 17. Плодовые тела навозника

В естественных условиях он повсеместно растет на удобренной почве, на лугах, в садах и огородах. Его плодовые тела в молодом возрасте белые, колоколообразной формы. Внимание специалистов гриб привлек хорошими вкусовыми качествами и лечебными свойствами (способен понижать содержание сахара в крови). Сегодня навозник культивируется в Германии и Польше. Выращивать его можно в специальных помещениях, а в весенне-летний период – на открытом воздухе. Технология выращивания такая же, как и шампиньона. В цикле развития навозника, который длится 3–3,5 месяца, бывает 4–6 слоев, или волн, плодоношения, причем за это время можно собрать 10–15 кг грибов с 1 м² площади.

Вольвариелла вольвовая (*Volvariella volvacea*) соломенный гриб, травяной шампиньон

Выращивать ее начали почти одновременно с шампиньоном, около 1700 г., предположительно в Китае. Сейчас в Японии, Китае, Индо-

незии, Бирме (Мьянме), Таиланде, Индии и некоторых других странах вольвариеллу широко культивируют в открытом грунте, на грядах из рисовой соломы (рис. 18).



Рис. 18. Плодовые тела навозника

Наиболее благоприятно для выращивания вольвариеллы сочетание температуры воздуха 28 °С и влажности около 80 %. Температура в соломенной гряде должна быть от 32 до 40 °С. В тропических и субтропических районах культура ведется на открытом воздухе, что делает продукцию сравнительно дешевой. В зонах с умеренным климатом вольвариеллу выращивают в защищенном грунте – это требует больших затрат, поэтому культивирование ее здесь распространено меньше. Перспективным может оказаться использование с этой целью теплиц: в летнее время, когда они свободны от овощей, их вполне может занять этот теплолюбивый гриб. Такие работы уже начаты в ряде европейских стран.

Успешные опыты по выращиванию вольвариеллы на субстрате из перемолотых початков кукурузы проводились в Венгрии и Голландии, причем в ряде случаев удалось довести урожай до 160 кг с 1 м² гряд в год.

Уборку проводят при массе гриба 30–50 г. Ежегодно в мире производят до 200 тыс. т.

Впервые вольвариеллу начали культивировать в XVIII в. в Китае. Сам император сумел высоко оценить гриб, и в конце XIX в. вольвариеллу поставляли императорскому дому в качестве дани. Этот неж-

ный вкусный гриб растет в условиях тропиков и субтропиков на лесных участках с большим количеством разлагающихся сучьев.

Выращивают его в странах Азии (Япония, Китай, Филиппины, Индонезия, Мьянма и др. по системе культурооборота с шампиньонами: в прохладные месяцы – шампиньоны, а в более теплые вольвариеллу), в частности в Китае – на рисовой соломе. Солому укладывают в виде высоких гряд и вносят в нее стерильную грибницу; первые плодовые тела появляются через 10 дней. Наиболее благоприятными условиями для развития этого гриба являются относительная влажность воздуха 80 %, его температура около 28 °С, температура в соломенной гряде 32–42 °С.

Аурикулярия уховидная *Auricularia auricula*

Китайское название гриба му эр, переводится как «древесное ухо». Японское название кикирагэ и буквально означает «древесная медуза». Гриб также часто называют Желейное ухо, Ушной гриб. Растет на мертвой древесине, особенно часто на ветвях бузины. Съедобен. Раньше этот гриб употреблялся в медицине как наружное охлаждающее средство при воспалениях горла и глаз; в народе употребляется для этой цели кое-где и до настоящего времени. В странах Юго-Восточной Азии и Дальнего Востока этот гриб и близкие к нему виды под названием «древесные уши» считаются деликатесом и даже искусственно выращивают (рис. 19).



Рис. 19. Плодовые тела аурикулярии

Эти грибы можно найти в течение всего года, но осенние наиболее заметны, особенно после дождя. Осенние грибы более жесткие и упругие и часто их не собирают. Есть свидетельства того, что эти грибы выращивали в Китае более 1500 лет назад. Красновато-коричневые, фиолетово-серые или почти черные плодовые тела на ранней стадии имеют форму блюдца и достигают в диаметре от 3 до 8 см.

Аурикулярия издавна традиционно используется как лекарственный гриб многими целителями. Гриб применялся как припарка для обработки воспалений глаз, а также как смягчающее средство при болезнях горла. Еще в XVI в. известный английский травник Джон Герард советовал использовать *A. auricula-judae* именно для специфических целей (тогда как другие грибы в те времена принимались как лекарства общего плана). Он советовал готовить экстракт плодовых тел кипячением в молоке или настаиванием в пиве, после чего пить настой маленькими глотками при больном горле.

Карл Клузиус в 1601 г. указывал, что настоем гриба следует полоскать горло, также, как и Джон Паркинсон, который в 1640 г. писал, что «кипячение в молоке или настаивание в уксусе является единственным известным способом использования». В XVII в. появляются сведения о применении водных настоев для снятия воспаления глаз. Гриб использовался и как вяжущее средство из-за высокой способности к абсорбции. Известно лекарственное использование аурикулярии в XVIII в. в Ирландии и Шотландии (больное горло и желтуха). Медицинское применение аурикулярии было отмечено в 1930-х годах в Индонезии. В настоящее время гриб используется как лекарственный в Гане (как тоник для кровеносной системы).

Основные показания к назначению препарата в традиционной медицине:

- острые отравления (как заменитель активированного угля) и хронические интоксикации различного генеза, в том числе после проведения химио- и лучевой терапии, для улучшения качественного состава крови, профилактики дисбактериоза кишечника. Нормализация пищеварения у лиц с хроническими заболеваниями желудочно-кишечного трак-

та на фоне ферментативной недостаточности (болевого синдром, диарея, метеоризм);

- комплексное лечение аллергических заболеваний;
- снижение веса и нормализация обменных процессов (при желчнокаменной и мочекаменной болезни), а также при лечении сахарного диабета;
- профилактика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний – артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца, нарушений липидного обмена. Отмечено улучшение микроциркуляции крови.

В Японии и на Тайване выращивают белый студенистый гриб *Tremella fuciformis*, называемый «серебряное ухо». Ему также приписывают лекарственные свойства. Он растет на тонких стволах и ветках многих лиственных деревьев. На Тайване из его измельченных плодовых тел готовят напиток: грибы заливают горячим сиропом, добавляя к нему кусочки вишни или ананаса.

Трюфель черный *Tuber melanosporum*

Первым же микоризным грибом, широко выращиваемым в естественных условиях, созданных искусственно, стал *трюфель черный*. Плодовые тела трюфеля черного округлые, с неровной ямчато-складчатой поверхностью, буровато-черного цвета. У молодых грибов мякоть красноватая, при созревании становится фиолетово-черной. Трюфель черный имеет очень приятный, стойкий и насыщенный грибной аромат, нежную консистенцию и вкус (рис. 20).



Рис. 20. Плодовые тела трюфеля

Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНА

Шампиньон принадлежит к классу Базидиальные (*Basidiomycetes*), порядку Агариковые, или Пластинчатые (*Agaricales*), семейству Агариковые, или Шампиньоновые (*Agaricaceae*), роду Шампиньон (*Agaricus*) – состоящее из подземного органа – мицелия и надземного – плодовое тело. Цикл развития гриба: спора–мицелий–плодовое тело.

Тело гриба состоит из грибных нитей (гиф), которые поначалу можно увидеть только с помощью микроскопа. Гифы разрастаются, плотно оплетают питательную среду (субстрат) и образуют видимую белую грибницу, или мицелий.

На хорошо разросшейся грибнице при определенных условиях внешней среды начинают образовываться плодовые тела. У шампиньона на поверхности пластинок (нижней части шляпки) образуются споры. Прорастание споры в гиф и формирование грибницы – это вегетативная фаза развития гриба. Образование плодового тела и созревание спор – генеративная фаза, или фаза плодоношения. Плодоношение грибов происходит волнами.

Наиболее распространён в культуре шампиньон двуспоровый, относится к классу базидиомицетов (*Basidiomycetes*), к порядку пластинчатых, или агарикальных (*Agaricales*), к семейству агариковых, или шампиньоновых (*Agaricaceae*), к роду шампиньонов (*Agaricus*), культивируют и шампиньон двукольцевой (четырёхспоровый *A. bitorquis*). Эти два вида отличаются друг от друга по морфологическим признакам (двуспоровый образует две споры на базидии, биторквис – четыре) и по требованиям к температуре (рис. 22).

Шампиньон двуспоровый формирует толсто-мясистую шляпку 5–10 см в диаметре. У молодых плодовых тел округлая, выпуклая, выпукло-распростертая, у зрелых плодовых тел плоско-распростертая, иногда в центре чешуйчатая. Кожица шляпки белая, кремовая, коричневая. Пластинки свободные, тонкие, частые, розовато-серые, по мере созревания окраска меняется от нежно-розовой до темно-коричневой, у перезрелых грибов почти черные с фиолетовым оттенком.

Трюфельные плантации стали создавать с середины XVIII в., вначале во Франции, затем в Германии, Северной Италии. Главным производителем по сегодняшний день остается Франция, ежегодно поставляющая на мировой рынок от 200–300 т самого дорогого гриба. Трюфель черный выращивают в естественных или искусственно посаженных дубовых, буковых и грабовых рощах, так, как только с этими породами деревьев гриб образует микоризу (грибокорень) и вступает в симбиотические отношения.

Плодовое тело формируется на тонких корнях и вокруг них, а в почве развивают обширную сеть мицелия, образованную микроскопическими нитями, называемыми гифами. Активный мицелий добывает и возвращает дереву питательные вещества и воду, а дерево обеспечивает гриб сахарами и крахмалом образующемся в процессе фотосинтеза. Плодовое тело трюфеля образуется, когда два совместных штамма мицелия сливаются при оптимальных условиях, в зависимости от вида этот процесс происходит весной, летом и осенью (рис 21).



Рис. 21. Трюфельный пейзаж с виноградником на заднем плане, начало XIX в.

Черный трюфель является эндемиком определенных частей Европы, произрастая в естественных условиях на высотах 100–1000 м, на теплых открытых участках хорошо дренируемых, каменистых, известковых почв с высоким рН (7,5–8,3).



Рис. 22. Плодовые тела и споры шампиньона двуспорового и четырёхспорового

Частное покрывало (белая мицелиальная пленка, закрывающая пластинки с нижней стороны шляпки) по мере созревания плодового тела растягивается, отрывается от краев шляпки и остается в виде кольца на ножке.

Ножка длиной 3–6 см, толщиной 1–2 см, центральная, гладкая, цилиндрическая, суженная в основании, белая, плотная, волокнистая. Мякоть плодового тела плотная, белая, розовеющая при повреждении (прикосновении).

Споры овально-округлые темно-коричневого цвета. Образуются по 2 на каждой базидии (спорообразующей клетке), что и послужило видовому названию гриба (шампиньон двуспоровый).

По окраске кожицы шляпки культивируемый шампиньон подразделяют на три разновидности (расы, группы): белую, кремовую и коричневую. Зарубежные исследователи выделяют четвертую разновидность – чешуйчатую, характерную для искусственно созданных гибридных штаммов (сортов) шампиньона. Считается, что коричневый пигмент у кремовых и коричневых рас грибов усиливает грибной вкус и аромат. Эти расы грибов более устойчивы к возбудителям болезней и вредителям, менее прихотливы к условиям выращивания.

В развитии культивируемого шампиньона, как и других шляпочных грибов, выделяют два четко выраженных периода – рост грибницы (вегетативная фаза) и плодоношение (генеративная фаза). Грибница пронизывает питательный субстрат, а плодовые тела формируются на его поверхности. Практически важная особенность шампиньона двуспорового в том, что рост мицелия происходит при температуре субстрата 25–27 °С (воздуха 23–25 °С), а образование плодовых тел – при температуре воздуха не выше 18 °С.

Шампиньон – почвенный сапрофит, питающийся разложившимися органическими веществами. Свет для шампиньона не требуется. Прямые солнечные лучи отрицательно влияют на плодовые тела, вызывая растрескивание кожицы шляпки, и могут резко изменить температуру в помещении для выращивания.

Шампиньон требователен к реакции среды субстрата и покровного материала, предпочитает нейтральную или даже слабощелочную реакцию среды, так как в процессе роста и развития он выделяет в окружающую среду кислые продукты метаболизма, которые необходимо нейтрализовать.

Приготовление субстрата заключается в подборе питательных компонентов, которые должны отвечать биологическим особенностям грибов, содержать необходимые для них органические и минеральные соединения. Компонентами питательных сред (субстратов) могут служить различные остатки органического происхождения, древесина и отходы ее обработки, а также отходы сельскохозяйственного производства. Для придания этим компонентам необходимых свойств их подвергают специальной обработке. Субстрат должен быть обеспечен питательными веществами в доступной форме, запасом определенного количества воды, структура его должна обеспечивать хороший воздухообмен в массе, что важно для удаления газообразных продуктов метаболизма гриба.

В практике грибоводства известны три типа субстрата для культуры шампиньона: натуральный – (на основе соломистого конского навоза) (рис. 23); полусинтетический – (на основе соломы злаковых

культур с добавлением конского навоза); синтетический – (на основе соломы злаковых культур с добавлением органических азотсодержащих материалов (куриный бройлерный помет, помет индюшек, овечий помет и др.)).

Обязательным для всех видов субстрата является садовый гипс (алебастр).



Рис. 23. Солома злаковых культур для приготовления компоста

Навоз – используемый для культивирования шампиньона подвергают ферментации и термической обработке или пастеризации.

Ферментацию осуществляют путем укладки навоза или его смеси с соломой в бурты. В буртах в результате жизнедеятельности микроорганизмов мало усвояемые аммонийные формы азотистых соединений превращаются в белковые соединения.

В результате образуется лигнин – гумусовый комплекс, из которого гриб (шампиньон) усваивает азот. В буртах изменениям подвергается комплекс углеродсодержащих соединений, вследствие чего образуются усвояемые грибом сахара и органические кислоты (рис. 24). Для нормального протекания процесса ферментации всю массу бурта периодически подвергают перебивкам. Процесс ферментации длится от 2,5 до 3,5 недель.

Термической обработке и пастеризации подвергают ферментированный субстрат. Это делают для уничтожения вредных микроорганизмов и вредителей.



Рис. 24. Зона смешивания компонентов для приготовления субстрата

Субстрат для выращивания шампиньона должен иметь влажность 66–68 %, муаровый цвет с голубоватыми пятнами актиномицетов, но не клейкий, солома должна быть тусклой, короткой, тёмно-коричневого цвета. Реакция среды (рН водной суспензии) около 7,5, содержание общего азота (на сухое вещество) 1,8–2,3 %. Навозный и аммиачный запахи отсутствуют.

Перед приготовлением субстрата рассчитывают количественное соотношение исходных материалов в сухом веществе с учётом их фактической влажности.

В большинстве грибоводческих комплексов РФ субстрат готовят на основе соломы злаковых культур и бройлерного помёта в соотношении 1:0,85.

Глава 5. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУЛЬТИВАЦИОННЫМ СООРУЖЕНИЯМ, ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ШАМПИНЬОНА

Размеры помещения цехов рассчитываются в зависимости от объема производства. Основным сооружением для выращивания шампиньонов является шампиньонница, которая включает блок камер выращивания и блок для термической обработки субстрата, а также бытовые, вспомогательные и подсобные помещения (рис. 25).



Рис. 25. Макет комплекса по приготовлению компоста фазы I

1. В помещении должна сохраняться постоянная температура при незначительном ее колебании в соответствии с требованиями культуры по периодам цикла выращивания.

2. Помещение должно быть достаточно вентилируемым, с равномерным распределением воздуха, чтобы сгладить перепады температуры и исключить повышение концентрации углекислого газа выше допустимых пределов.

3. Помещение должно иметь достаточную теплоизоляцию, позволяющую поддерживать влажность воздуха на уровне 90 % с колебанием в пределах ± 5 %.

4. В помещение не должен проникать прямой солнечный свет.

5. Размер и конфигурация помещения должны позволять выполнять основные производственные операции механизированным спосо-

бом. Продолжительность выполнения наиболее трудоемких операций – не более одного рабочего дня.

Требования к техническому оборудованию помещения при товарном производстве грибов

При проектировании и строительстве специализированных культивационных сооружений руководствуются требованиями, представленными в Нормах технологического проектирования комплексов для выращивания шампиньонов (2004 г.) (рис. 26).



Рис. 26. Камера выращивания со стеллажами

Помещение должно максимально использоваться по объёму. С этой целью размещают стеллажи, на которых размещаются емкости и субстрат при выращивании шампиньона.

Размеры стеллажа должны быть рациональны с целью обеспечения возможности технологического обслуживания (полив, сборка), уход за культурой.

В помещении между стеллажами проходы шириной не менее 0,8 м. Расстояние между ярусами стеллажа должно обеспечивать свободу манипуляций с ёмкостями для выращивания.

В приспособленных помещениях возможно 3–4-ярусное расположение стеллажей. В промышленных шампиньонницах практикуется 5–6 ярусов стеллажей.

С целью равномерного распределения воздушных потоков в помещении вентиляционный рукав для подачи воздуха должен быть расположен над центральным проходом.

Конфигурация помещений также может сильно различаться, в каждом конкретном случае необходимо учитывать требования по обслуживанию и технологическому обеспечению рационального ведения культуры.

Производственный комплекс с использованием полного технологического процесса включает: цех приготовления субстрата, цех приготовления покровного материала, шампиньонницу с необходимыми бытовыми и вспомогательными помещениями (рис. 27).



Рис. 27. Макет комплекса по приготовлению компоста фазы 2 и 3

Цех приготовления субстрата (классическая ферментация) – закрытое помещение ангарного типа, в котором предусматривают: площадку для увлажнения и размягчения соломы и площадку ферментации массы субстрата в буртах (рис. 28).

Цех приготовления субстрата оборудован: системами отопления, вентиляции, обеспечивающей пятикратный обмен воздуха в 1 ч и температуру в помещении не ниже 10 °С; системой полива с оборотным водоснабжением; системой канализации.

Цех должен быть удален от жилой зоны.

Цех приготовления покровного материала – закрытое помещение, оборудованное системами обогрева, вентиляции, водоснабжения,

канализации. В помещении должна поддерживаться температура не ниже 15 °С, воздухообмен – не менее чем двукратный в час. Предусматриваются площади для складирования и хранения исходных компонентов для приготовления покровного материала, размещения средств механизации.



Рис. 28. Помещение для ферментации субстрата

Для термической обработки субстрата используют помещения, называемые тоннелями, представляющие собой герметичные камеры с хорошей влаго- и теплоизоляцией ограждающих конструкций. Тоннели оборудованы системами вентиляции с микробиологической очисткой воздуха, пароснабжения и канализации, имеют коридор для выполнения технологических операций загрузки и выгрузки субстрата после термообработки.

Термическая обработка субстрата

Цель термической обработки субстрата – уничтожение вредных для культуры гриба организмов, находящихся в субстрате, улучшение качества субстрата при завершении процесса ферментации в период кондиционирования и контролируемых условиях температуры, влажности и воздухообмена.

Процесс пастеризации шампиньонного субстрата включает следующие этапы: выравнивание, первичное кондиционирование, подъём

температуры до пастеризации, пастеризация, охлаждение компоста, второе кондиционирование, охлаждение компоста для посева мицелия.

Рост мицелия шампиньона резко замедляется, если в питательном субстрате (компосте, грунте) находятся конкурирующие грибы, от которых избавляются в процессе ферментации и пастеризации субстрата перед посадкой грибницы.

Ферментацию начинают мезофильные микроорганизмы, вызывающие расщепление карбамида и органических азотсодержащих веществ, используя углеводы и освобождая аммиак, до тех пор, пока концентрация аммиака достигнет токсичного для мезофилов уровня. В результате жизнедеятельности бактерий температура субстрата постепенно повышается до 60–70 °С. Для создания аэробных условий (наличие кислорода) для термофильных бактерий проводят несколько раз перебивку субстрата в процессе его подготовки.

Ферментация, связанная с деятельностью термофильных бактерий в аэробных условиях, называется спонтанной, т.е. возникающей самопроизвольно в естественных условиях. Ферментация одновременно является и неполной пастеризацией, т.к. при температуре 55 °С и выше погибают все вредные организмы, включая нематод, клещей, грибную муху и комариков, болезнетворные грибы и их споры. От недостатка питания после разрушения органических веществ термофильные бактерии переходят в состояние спор.

Первая фаза бактериального разложения (спонтанная ферментация) органического субстрата на этом и заканчивается. Температуру постепенно понижают до 50–40 °С, что вызывает к жизнедеятельности бактерии, которые при такой температуре разрушают углеводы типа клетчатки и гемицеллюлозы (сложный углевод, представляющий собой соединение различных простых углеводов. Размер молекулы гемицеллюлозы меньше, чем у молекулы целлюлозы. Гемицеллюлоза входит в состав оболочек растительных клеток. Представлена несколькими видами, различными по своим свойствам). Они постепенно переводят субстрат в состояние второй стадии разложения. Чтобы приостановить их жизнедеятельность и уничтожить остатки вредных

организмов, применяют паровую пастеризацию субстрата (вторая фаза ферментации).

Термическая обработка осуществляется в специальном помещении (тоннеле) и является самостоятельным и естественным процессом, протекающим в контролируемых условиях. Условия, в которых проходит вторая фаза ферментации субстрата, играют важную роль в обеспечении качества субстрата, отвечающего требованиям селективности для культуры шампиньона.

Целями термической обработки являются уничтожение вредных для шампиньона микроорганизмов (конкурентов, возбудителей болезней и вредителей, находящихся в субстрате в различных фазах своего развития), а также улучшение качества субстрата при завершении процесса ферментации.

Продолжительность термической обработки субстрата зависит от многих факторов, среди которых одним из важнейших является степень удаления аммиака из массы, т.к. шампиньон не выдерживает даже незначительной его концентрации в субстрате. Отсутствие свободного аммиака служит диагностическим признаком готовности субстрата.

Во время охлаждения субстрата происходят восстановление полезной микрофлоры и удаление аммиака, чем и завершается процесс приготовления субстрата, достигается его селективность для шампиньона.

Камера выращивания

Основная самостоятельная технологическая единица, представляющая собой закрытое герметичное помещение с хорошей изоляцией ограждающих конструкций, оборудованное системой вентиляции, кондиционирования воздуха, пароснабжения, водоснабжения и канализации (рис. 29).

Для рационального использования площадей компост размещают на 3–6-ярусные стеллажи. Ширина стеллажей от 60 до 150 см, высота бортов 22–27 см. Длина стеллажей зависит от площади помещения (в среднем 2–4 м). Высота слоя компоста формируется на 20–25 см. Промходы между стеллажами не менее 80 см.



Рис. 29. Макет фермы по выращиванию шампиньона

Блок камер выращивания в шампиньоннице имеет с обеих сторон технологические коридоры: один предназначен для выполнения операций по загрузке и выгрузке субстрата, другой – для обслуживания культуры, сбора и транспортировки урожая в холодильные камеры хранения (рис. 30).

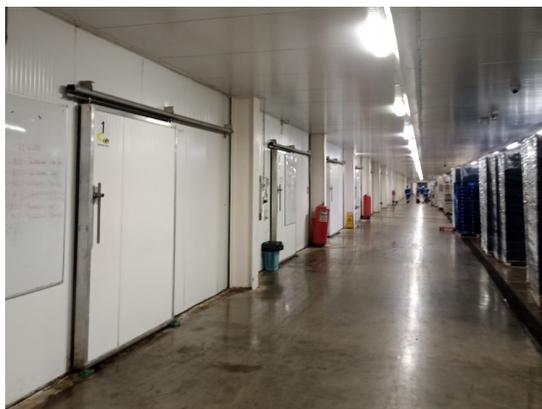


Рис. 30. Камеры выращивания шампиньонов, вид из общего коридора

Системы выращивания грибов

Выращивание грибов в мешках – надёжный и безопасный способ. Компост и посевной материал помещаются в мешок и остаются в нем до конца процесса. Вредоносные грибы и плесени имеют меньше шансов заразить компост. Если заражение все же происходит, инфекция не распространяется за пределы мешка. Выращивание в мешках –

трудоемкий процесс, при котором трудно достичь единообразия в росте и выходе продукции.

Система блоков – более современный вариант, чем мешки, допускающий большую степень автоматизации. Компост прессуется для формирования блоков размером 60×40 см, высота 17–20 см. Каждый блок весит 17–22 кг. Прямоугольная форма облегчает их расстановку и перемещение. На экспорт инкубированный компост транспортируется также в виде блоков.

Контейнеры заполняются компостом и транспортируются в камеры выращивания. В традиционных системах контейнеры все заполняют на стадии Фазы II. В новых системах в контейнеры загружают инкубированный компост, далее перемещают в большие культивационные помещения, где располагают по 8–10 один над другим. Стеллажи разбираются за 1–2 дня до сбора урожая, а контейнеры (Фаза IV) перевозят на специальные фермы, где производится сбор грибов. Грибы очень чувствительны к транспортировке из-за резкого изменения климатических условий (резкое падение относительной влажности).

Полки (стеллажи) – в системе загрузка и выгрузка полок автоматизированы. Эта особенность помогает добиться максимально равномерного роста и не требует больших усилий.

Для производства компоста (субстрата) используют куриный помёт, гипс, воду, солому, конский навоз. Оценивают физические и химические свойства сырья.

В практике грибоводства известны три типа субстрата для культуры шампиньона:

- **натуральный** – на основе соломистого конского навоза;
- **полусинтетический** – на основе соломы злаковых культур с добавлением конского навоза;
- **синтетический** – на основе соломы злаковых культур с добавлением органических азотсодержащих материалов (куриный бройлерный помёт, помёт индюшек, овечий помёт и др.

Обязательным компонентом для всех видов субстрата является садовый гипс (алебастр).

Рецепты приготовления субстрата в разных странах мира приведены ниже.

Субстрат на злаковой основе: 1000 кг раздробленной, высушенной на воздухе соломы (рис или пшеница), 600–800 кг бройлерного куриного помёта ($N = 3\%$, влажность 35%), гипс (50–60 кг) с добавлением 4000–4500 л воды;

Субстрат на злаковой основе: 1000 кг воздушно-сухой соломы (рис или пшеница), 200 кг пшеницы, рапса, сои или хлопковых семян, 500 кг сульфата аммония, 20 кг $CaCO_3$;

Субстрат на рисовой соломе и кукурузных стеблях: 500 кг воздушно-сухой рисовой соломы, 500 кг кукурузных стеблей, 200 кг рисовых отрубей, сои, рапса или хлопковых семян, 300–400 кг птичьего помёта, 40–50 кг гипса, 4000 л воды;

Субстрат на основе сахарного тростника: 1000 кг раздробленного воздушно-сухого тростника, 500 кг птичьего помёта, 100 кг рисовых отрубей, 100 кг карбамида (или 20 кг сульфата аммония + 10 кг $CaCO_3$), 25 кг гипса. Продолжительность компостирования массы увеличивается на одну неделю из-за структуры тростника.

Приготовление субстрата для шампиньона

Фаза I. Цель – разрушение защитного слоя соломы, проникновение воды в солому, преобразование части азота в протеины, которые необходимы для питания мицелия и плодовых тел гриба.

Этап 1 – предварительное увлажнение. Кипы с соломой предварительно (за один день до смешивания) увлажняются, что ускоряет процесс и улучшает способность сохранять воду при смешивании массы с куриным пометом. Фронтальный погрузчик помещает кипы в погрузную установку (емкость с водой). Данная установка держит кипы около 1 мин в технической воде, что обеспечивает возможность начала разложения твердой соломины. Техническая вода поступает из бункеров и содержит множество бактерий.

Этап 2 – смешивание исходных материалов. Предварительно увлажненные кипы поступают в смесительную линию. В первой части машины с кип соломы устраниваются веревки. Затем солому раздавли-

вают и смешивают с куриным пометом и минеральными добавками. На протяжении всего процесса смешивания в массу добавляют большое количество воды. Смесительная линия включает две воронки для добавления куриного помета и гипса

Этап 3 – процесс фазы I в бункерах. Смешанный материал поступает на вентилируемый пол бункера. Важно, чтобы частицы субстрата не забивали воздушные отверстия в полу. Во избежание этого применяются специальная система по заполнению бункеров. При бункерной системе воздушные потоки и температура субстрата контролируются автоматически путем управления компьютером. Воздушные вентиляторы регулируют подачу кислорода в массу ферментируемого субстрата. На протяжении этого процесса (его длительность от 10 до 14 дней) температура повышается до $80^\circ C$. Во время фазы I массу субстрата необходимо смешивать повторно (хотя бы один раз), чтобы получить однородный материал.

Фаза II. Реализуется в тоннеле. Процесс термической обработки субстрата. По завершении фазы I субстрат насыщается водой и перемешивается с органическим началом. Цель фазы II – устранение аммиака, который при ферментации в фазе I активно выделялся в окружающую среду за счет деятельности термофильных микроорганизмов. Часть аммиака в этом процессе остается в субстрате и преобразовывается в белковый азот.

Фаза II начинается с выравнивания температуры массы. После выравнивания температуры субстрата в тоннеле путем подачи насыщенного пара в поток воздуха начинается пастеризация, которая занимает 8 ч при температуре $56 \pm 60^\circ C$. После пастеризации наступает период кондиционирования при $45^\circ C$ сроком до семи дней до тех пор, пока летучий аммиак полностью не будет удален из субстрата и воздуха тоннеля.

Фаза III – проращивание мицелия шампиньона в тоннеле. После фазы II субстрат готов для посева и роста в нем грибного мицелия. Отсутствие свободного аммиака в воздухе помещения является контрольным моментом для начала посева мицелия шампиньона в суб-

страт. В субстрате отмечается присутствие термофильных грибов *Scytalidium*. Уровень содержания азота более 2 % и рН 7 ± 8 (нейтральная или слабощелочная среда).

Процесс фазы III проходит в туннеле фазы III. Когда масса субстрата направляется из тоннеля фазы II к тоннелю фазы III, в субстрат производится посев мицелия. Во время фазы III в тоннеле воздух нагнетается через массу субстрата с помощью вентилятора максимальной производительностью 200 м³ т/ч. Происходит активная циркуляция воздуха в тоннеле, добавляется только около 10 % свежего воздуха к циркулируемому потоку. Соотношение циркуляции и вентиляции воздуха в тоннелях обеспечивается путем контроля за температурой процесса роста мицелия в субстрате. Во время фазы III мицелий выделяет тепло и углекислый газ (СО₂). Уровень кислорода и температура регулируются в заданном режиме через компьютерную систему. Фаза III занимает 17 дней и проходит при 25 °С.

Посадочный материал – мицелий (грибница) выращивается в специальных стерильных условиях. Мицелий должен отвечать следующим требованиям:

- не иметь постороннего окрашивания в емкости, мокрых и уплотнённых участков, пятен с неохваченными гифами зерен;
- не должен быть заражён посторонними микроорганизмами;
- иметь типичный приятный грибной запах.

В практике грибоводства существует большое разнообразие сортов (штаммов) съедобных грибов, которые отличаются морфологическими и хозяйственно-биологическими признаками: окраской и характером шляпок плодовых тел, поверхности, формой и размером плодового тела, продуктивностью и характером плодоношения, пригодностью к переработке и устойчивостью к вредителям и болезням.

Посев мицелия и его рост в субстрате

Посев (посадку) мицелия проводят после охлаждения субстрата до 25–27 °С. При более высокой температуре субстрата мицелий теряет активность, а при температуре 32–35 °С гибнет.

В практике грибоводства принято считать, что расход мицелия при посадке составляет 3–5 % от массы субстрата. Норма посадки (посева) на 1 м² площади грядки, стеллажа или контейнера 350–400 г, или 0,5–0,7 л. При проращивании мицелия в массе норма высева составляет 7–8 % на 1 т субстрата (4,5–5 кг).

Насыпка покровного материала

Покровный материал – среда, в которой создаются условия для формирования плодовых тел. Она является источником запаса воды, необходимой для растущих плодовых тел, а также служит регулятором газообмена между субстратом и окружающим воздухом, предохраняет субстрат от попадания источников заболевания культуры, регулирует микроклимат в зоне, прилегающей к поверхности субстрата. Мицелий гриба, попав в менее питательную и недостаточно благоприятную среду, из вегетативной фазы развития переходит в генеративную. Покровный грунт препятствует подсыханию верхнего слоя компоста, служит источником воды, необходимой для развития плодовых тел, предохраняет поверхность субстрата от непосредственного контакта с водой при поливах. Для выполнения указанных функций покровный материал должен отвечать следующим требованиям:

- иметь мелкокомковатую водопрочную структуру, препятствующую образованию корки, и не слишком уплотняться после поливов;
- обладать высокой влагоёмкостью и достаточной водо- и воздухопроницаемостью;
- иметь близкую к нейтральной реакцию среды (рН водной суспензии 7,2–7,6);
- количество азота не должно превышать 1–1,5 % (на сухую массу);
- покровный грунт должен быть стерильным, свободным от возбудителей болезней и вредителей.

Избыток азота приводит к образованию большого числа зачатков плодовых тел мелкого размера с раскрытой шляпкой, значительная часть плодовых тел на раннем этапе погибает.

В качестве покровного грунта используют различные материалы (торф с добавлением мела, молотого известняка, доломитовой крошки

или мергеля). Кальций нейтрализует щавелевую кислоту, выделяемую мицелием шампиньонов, и тем самым препятствует подкислению компоста и грунта. Лучшим считается покровный материал – смесь низинного или переходного торфа с молотым или мелко дробленным известняком (доломитом или мергелем). Соотношение указанных компонентов в зависимости от физических свойств и кислотности среды торфа, может варьироваться от 1:1 до 9:1 по объёму. Готовый для использования грунт должен быть увлажнен (смеси на основе торфа увлажняют до 50–60 % при полной влагоёмкости их 180–200 %).

Покрытие компоста покровной смесью проводят через 2–3 недели после посадки грибницы. Точнее определить этот срок можно по степени её прорастания в верхнем слое: тонкие гифы мицелия должны густо пронизывать компост и местами выходить на его поверхность (рис. 31).



Рис. 31. Покровный материал на субстрате, в камере выращивания

Насыпают покровный грунт слоем толщиной не более 3–4 см, распределяя его равномерно (но не уплотняя) по поверхности субстрата. Требуется $3,5\text{--}4\text{ м}^3/100\text{ м}^2$.

После покрытия грунта его увлажняют, не допуская проникнове-

ния воды в компост, поскольку она может привести к загниванию грибницы и даже к гибели. Грунт поливают опрыскивателем с мелким распылением воды. Первый полив обильный $2\text{--}4\text{ л/м}^2$, в дальнейшем расход снижается до $0,5\text{--}1\text{ л/м}^2$ (для поддержания влажности покровного грунта в пределах 65–70 % от полной влагоёмкости) (рис. 32).



Рис. 32. Установка «дерево» для мелкодисперсного полива компоста в фазу активного роста мицелия

Период с момента укрытия компоста грунтом до начала плодоношения можно разделить на две фазы: первая – активного роста мицелия в покровном слое, вторая – подготовки к плодоношению. Для осуществления первой фазы температура компоста поддерживается $25\text{--}27\text{ }^{\circ}\text{C}$, а воздуха $21\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Через 6–7 дней мицелий прорастает в покровном слое, что свидетельствует о готовности к плодоношению.

Фаза плодоношения

Для перевода культуры к плодоношению температуру в камере выращивания (рис. 33) постепенно снижают с 21 до 19°C в течение четырех дней. После снижения температуры в камере выращивания мицелий начинает формирование мелких зародышей плодовых тел, которые превратятся в грибы. Температура воздуха и влажность оказывают значительное влияние на процесс образования и роста плодовых тел

шампиньона. Низкая температура воздуха замедляет рост плодовых тел. Однако при этих условиях отмечаются лучшая плотность плодовых тел и их большая масса (рис. 34).



Рис. 33. Стеллажи с субстратом, готовые к росту мицелия



Рис. 34. Формирование плодовых тел (примордии)

При плодоношении оптимальная влажность воздуха составляет 80–90 %. Она поддерживается постоянным поливом пола и распылением влаги на стены помещения. Плодообразование сопровождается выделением в окружающую среду углекислоты и других продуктов метаболизма грибов (рис. 35). Накопление их сильно вредит культуре и обуславливает снижение урожая, ухудшение качества грибов. В результате при недостаточной вентиляции плодовые тела приобретают неправильную форму. В тоже время не следует допускать сквозняков и сильной циркуляции воздуха. Так как кожица на шляпках плодовых тел подсыхает и растрескивается, что придаёт грибам нестандартный вид.



Рис. 35. Шампиньон в фазу плодоношения

Для нормального развития шампиньонов свет как внешний фактор не имеет значения, они могут плодоносить при полной темноте. Однако прямые солнечные лучи вызывают ожоги шляпки и способствуют высыханию покровного грунта. Наиболее обильное плодоношение даёт первая волна урожая. Уборке подлежат молодые плодовые тела с закрытой плёнкой (частным покрывалом) с нижней стороны шляпки, это связано с меньшей загрязнённостью гриба. Можно соби-

рать грибы и с разорванной плёнкой, когда пластинки открыты (мясистые, розового цвета). Но эти грибы загрязнены частичками покровного грунта, поэтому перед употреблением нужно тщательней промывать водой. Старые, перезрелые грибы с тёмно-бурыми с фиолетовым оттенком пластинками использовать в пищу не рекомендуется.

Плодообразование у шампиньонов при оптимальных условиях начинается через 12–14 дней после насыпки покровного материала, а первый сбор на 18–20-й день.

В первую неделю периода плодовые тела растут гнёздами или плотными группами, в последующий период – равномерно по всей поверхности.

Плодоношение происходит неравномерно, волнообразно. Спады плодоношения наступают через каждые 5–8 дней. Наиболее активное наблюдается в первые 3–4 недели (3–4 недели (волны) плодоношения). За этот период собирают около 70 % общего урожая.

Самые крупные грибы собирают каждый день, предоставляя возможность грибам поменьше продолжить рост.

Операторы-сборщики ведут сбор на специальных тележках, перемещающихся вдоль стеллажей, вручную. Ручной сбор урожая – трудоемкий процесс, но только он гарантирует сбор грибов без повреждений и в чистом состоянии. Техника сбора заключается в следующем. Плодовые тела берут за шляпку и слегка прижимая гриб, поворотом ножки выкручивают и отрывают от мицелия. Грибница при таком сборе повреждается минимально. Если плодовые тела растут плотными группами, рекомендуется снимать их все, независимо от размера, т.к. мелкие плодовые тела при сборе только крупных повреждаются и затем отмирают. В период плодоношения сборы проводят ежедневно или через день, по мере достижения плодовыми телами съёмной спелости, а при обильном плодоношении – ежедневно (рис. 36).

В среднем один оператор может собрать от 18 до 30 кг грибов в час. Он собирает их со стеллажа поворотным движением, выкручиванием ножки гриба из слоя покровного материала, после чего срезает нижнюю часть ножки.



Рис. 36. Тележки для сбора грибов

Затем операторы сортируют грибы по качеству, массе и размеру, размещая их сразу в пластиковые ящики различной емкости. После первой волны вновь проводится, полив стеллажей по покровной почве, чтобы обеспечить необходимо высокий уровень влажности для последующего роста плодовых тел шампиньона.

Хранение плодовых тел шампиньона после сбора

Грибы относятся к скоропортящимся продуктам, не подлежащим длительному хранению. Для гарантии качества и свежести собранных грибов сразу после сбора их помещают в холодильную камеру, предварительно охладив, затем осуществляется более длительное хранение при температуре от 0 до 4 °С и влажности воздуха ± 95 %. Данная температура и влажность поддерживаются также во время транспортировки, что гарантирует свежесть грибов для конечного потребителя.

На продолжительность хранения шампиньонов оказывает влияние тип упаковки продукции. При расфасовке грибов в потребительскую упаковку массой 0,36 кг и полиэтиленовую газопроницаемую пленку, которая является наиболее оптимальной, в ней создается модифицированная газовая среда, которая обеспечивает шампиньонам коричневой и бежевой рас длительную сохранность в оптимальных условиях хранения 14–15 сут (рис. 37).



Рис. 37. Камера охлаждения плодовых тел шампиньона

Для белой расы шампиньона максимальная продолжительность хранения до 9 сут. Продолжительность хранения грибов в обычной атмосфере – не более 4–6 сут для коричневой и бежевой рас и 3–4 – для белой.

Окончание оборота культуры в камере выращивания

Камера выращивания обеззараживается паром с целью уничтожения оставшейся инфекции и предотвращения её возможного распространения в производственной зоне шампиньонницы. Во время обработки паром температура в камере достигает 70 °С в течение 8 ч.

Субстрат извлекается со стеллажей после термообработки с помощью сетки и многоярусной лебедки. Пустая камера выращивания еще раз тщательно промывается водой, после чего становится пригодной для повторного оборота.

Чистый пропаренный субстрат является высококачественным органическим материалом и может использоваться в качестве природного органического удобрения, а также удобрения почвы в производстве овощей и других сельскохозяйственных культур в открытом грунте.

Контрольные вопросы и задания

1. Как называют помещения для культивации шампиньона в промышленных масштабах?
2. Дайте характеристику компонентам входящих в состав субстрата для выращивания шампиньона.
3. Назовите этапы приготовления субстрата.
4. Как происходит смена оборота, подготовка субстрата для утилизации из камер, где можно применять отработанный субстрат?

Глава 6. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Вешенка обыкновенная представляет собой один из наиболее перспективных видов грибов, пригодных для искусственного выращивания. Для вешенки характерен короткий цикл развития мицелия до плодоношения, высокая урожайность, устойчивость к бактериальным, грибным болезням. Плодовые тела без ухудшения внешнего вида и качества переносят длительное хранение и транспортировку.

Интенсивный способ выращивания вешенки имеет ряд преимуществ:

- сводит к минимуму зависимость от погодных условий за счёт использования специализированных или приспособленных помещений с регулируемым микроклиматом;
- обеспечивает более высокую стабильную урожайность грибов, позволяет иметь несколько оборотов культуры и значительно увеличивает выход продукции с единицы площади;
- основывается на использовании в качестве субстрата широкого набора растительных отходов сельского хозяйства и перерабатывающих производств;
- предусматривает приготовление различных по составу питательных субстратов с использованием термообработки, что обеспечивает более быстрое развитие гриба и в результате короткий культивиционный цикл 8–10 недель;
- позволяет механизировать и автоматизировать технологические процессы производственного цикла;
- позволяет проводить комплекс защитно-профилактических мероприятий, предупреждающих и сдерживающих развитие конкурирующих микроорганизмов, возбудителей болезней и вредителей.

Плодовые тела вешенки состоят из 92–93 % воды, поэтому высокий урожай плодовых тел зависит от содержания воды в питательном субстрате. При подборе органических материалов для приготовления питательного субстрата необходимо учитывать их влагоудерживающую способность.

По способности впитывать и удерживать воду органические материалы растительного происхождения, используемые для выращивания вешенки условно, можно разделить на три группы.

1-я группа – материалы, которые плохо и мало впитывают воду, к ним относится солома злаковых культур (пшеница, овёс, ячмень), льняная костра, хлопковая костра и др.

2-я группа – материалы, которые впитывают очень быстро и много воды, например, хлопковые очёсы, хлопковые угары, бумажные отходы, стержни початков кукурузы и др. Применение этих материалов в чистом виде или в смеси между собой нежелательно, т.к. избыток воды в субстрате приведёт к загниванию культуры гриба.

3-я группа – материалы, занимающие промежуточное положение между 1-й и 2-й группой. К этой группе можно отнести древесные опилки (древесные отходы лиственных пород деревьев), подсолнечниковую лузгу и др. Использование этих материалов позволяет получить урожай плодовых тел на уровне 25–30 % от массы готового питательного субстрата за 2–3 волны в течение 4–6 недель.

Способы приготовления питательных субстратов

Первый способ – замачивание исходных органических материалов холодной водой.

Второй способ – включает термическую обработку паром или горячей водой в различных вариантах.

Оба способа обязательно предусматривают следующее:

1. Визуальный контроль (просмотр) качества сырьевых материалов и отбрасывание подгнивших участков, загрязнённых машинным маслом или другими токсичными веществами (краской и др.)

2. Предварительное промывание холодной водой используемых растительных остатков (ботвы, соломы) от пыли и грязи. Промывание значительно снижает инфицирование субстрата конкурирующими микроорганизмами.

3. Измельчение сырьевых материалов до размера частиц 1–3 см с целью ускорения и улучшения процесса замачивания, облегчения пе-

ремешивания многокомпонентных субстратов и достижения максимальной гомогенности.

Вносить в пастеризованный субстрат мицелий (норма 3–5 % от массы субстрата) можно либо путем равномерного перемешивания субстрата с мицелием, либо послойно (один слой мицелия, один слой субстрата) (рис. 38).



Рис. 38. Разрастание мицелия вешенки обыкновенной в субстрате

Группы вешенок по отношению к температурным условиям: зимние, или шоковые штаммы – наиболее распространённая в природе; летние штаммы – плодоносят без шокового охлаждения; промежуточные штаммы – плодоносят без холодного шока при температуре воздуха 15–18 °С.

В период роста и развития выделяют две фазы (вегетативную и генеративную).

Вегетативная фаза характеризуется разрастанием мицелия в питательном субстрате и образованием хорошо развитой грибницы.

На стадии вегетативного развития гриба происходит активное деление и рост клеток мицелия.

Процесс сопровождается обильным выделением углекислого газа и тепла. Грибница устойчива к повышенной концентрации углекислого в воздухе до 3 %, но за тепловыделением необходимо следить, чтобы не допустить перегрева питательного субстрата и мицелия.

В вегетативную фазу не требуется воздухообмен и свет.

Период длится от четырнадцати до восемнадцати дней. За это время весь подготовленный блочный субстрат прорастает грибницами. Для этого периода свет и вентиляция не имеют особой важности. Оптимальный микроклимат заключается в поддержании температуры в 24 °С и влажности от 70 до 90 %. Если температура в субстрате больше, чем температура в помещении, стены начинают покрываться конденсатом. На мицелии может образоваться корка (стромма), которая значительно снизит урожайность будущих грибов. Также она может появиться и в результате перегрева блоков с субстратом либо в переизбытке внесенного мицелия. Нарушение микроклимата может привести и к появлению плесени, ведущей к гибели вешенки. Проявляется она появлением оранжевых, черных и зеленых пятен на мешках с грибницами. Если такое произошло, работники предприятия убирают пораженные мешки, проветривают помещение и выравнивают микроклимат до необходимой нормы.

Переход культуры вешенки из вегетативной фазы в генеративную фазу начинается с образования плотного мицелиального валика по краю отверстия в субстратном блоке. Далее вся площадь отверстия плотно зарастает мицелием, и начинают образовываться кораллоподобные белые зачатки плодовых тел. По мере роста зачатков происходит формирование многочисленных тёмных шляпок на ножках, соединённых в единый сросток (гроздь, друзу). В оптимальных условиях за 5–6 дней зачатки плодовых тел вырастают до зрелого состояния.

Для получения высококачественного урожая плодовых тел необходимы 4 условия:

- снижение температуры воздуха до 12–17 °С, а для зимних штаммов холодный шок;
- естественный или искусственный свет (степень освещенности 100–150 люкс продолжительность 10–12 ч);
- снижение содержания углекислого газа в воздухе до 0,06–0,07 % интенсивным воздухообменом (вентиляцией) или переноса культуры в другое помещение;

- поддержание относительной влажности воздуха на уровне 85–95 %.

Собирают урожай грибов, когда диаметр шляпок достигнет 6–12 см и края шляпок слегка загнуты вниз. Срывают целиком всю гроздь плодовых тел (рис. 39).



Рис. 39. Формирование плодовых тел вешенки обыкновенной

Нельзя допускать перезревания плодовых тел, когда края шляпок распрямляются и начинают выворачиваться вверх. Перезрелые грибы очень активно осыпают споры, которые могут образовывать туман в культивационном помещении и вызывать аллергические реакции у человека. Образование спорового тумана в помещении – это следствие грубейшего нарушения сроков сбора грибов. При споровом тумане входить в помещение запрещается.

По окончании сбора урожая грибов субстратные блоки (мешки) вешенки представляют собой высокопитательную органическую массу, обогащённую белками, биологически активными веществами (витаминами и стимуляторами роста). Высокую питательную ценность и стимулирующие свойства обеспечивает биомасса вешенки на частичках разложившегося, подсохшего и рыхлого субстрата. Белые субстратные блоки без инфекционных признаков являются хорошей белковой добавкой в рацион кормления сельскохозяйственных животных и птицы (крупного рогатого скота, свиней, кур, уток и др.) Их можно включать в кормовой рацион до 25 %.

Мешки с инфекционными признаками использовать на корм нельзя, т.к. может вызвать отравление животных и птиц. Эти мешки вносятся в почву как высококачественное органическое удобрение, улучшающее структуру, плодородие и влагоудерживающую способность почвы.

При утилизации с обработанных субстратных блоков удаляют и утилизируют полиэтиленовую плёнку. Оголённые блоки высушивают при 60 °С, измельчают механически или вручную и перемешивают с другими кормами. При использовании в качестве органического удобрения оголённые субстратные блоки измельчают и разбрасывают осенью по поверхности почвы. После разбрасывания почву сразу пашут, чтобы ускорить процесс разложения органической массы и быстрее повысить плодородие почвы. Обработанные субстратные блоки можно использовать для мульчирования гряд, когда возникает необходимость защитить верхний слой почвы от высыхания.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие субстраты применяют при интенсивном производстве вешенки обыкновенной?
2. Назовите необходимые условия микроклимата для роста и развития вешенки.
3. Способы использования обработанного субстрата после выращивания вешенки.

Глава 7. РАЗМНОЖЕНИЕ ГРИБОВ, ПОЛУЧЕНИЕ КОММЕРЧЕСКОГО МИЦЕЛИЯ (ТИРАЖИРОВАНИЕ)

Грибы в природе размножаются преимущественно спорами, однако они способны к вегетативному размножению с помощью кусочков грибной ткани. Вегетативное основано на делении клеток подземной части гриба – мицелия (грибницы). Мицелий – это собственно и есть сам гриб. Мицелий представляет собой паутинообразную систему тонких нитей. Каждая нить (гифа – от греч. гифе – ткань, паутина) имеет беловатый цвет и диаметр около 10–20 микрон (0,01–0,02 мм). Различить виды грибов – макромицетов по внешнему виду гиф практически невозможно.

Живет мицелий десятилетиями. Он погружен в питательную среду (субстрат), то есть в почву, древесину, опад и т.п. В почве он обычно расположен на глубине 10–15 см и разрастается в разные стороны радиально. Получается круг: в центре – старый, отживший мицелий, а по окружности – молодой, способный активно плодоносить. На поверхности – это известные в народе «ведьмины круги» из шляпочных грибов. Мицелий может образовывать свои разновидности в виде тяжей (сплетений гиф), пленок, «наростов» (склероции, стромы) и плодовых тел. Плодовые тела в обиходе называют просто грибами. Природное назначение плодовых тел – размножение спорами.

Высококачественный мицелий (грибница) – основа, без которой не может успешно развиваться грибоводство.

Все производство мицелия – от исходной пробирики до готовой продукции разбито на два этапа. На каждом из них работает отдельная лаборатория.

Первый этап проходит в лаборатории маточных культур, второй – в лаборатории тиражирования мицелия.

В каждой лаборатории решаются определенные задачи и работает разный по подготовке персонал.

Лаборатория маточных культур осуществляет:

- хранение и поддержание коллекции чистых культур;

- производство инокулюма для его тиражирования;
- контроль ствольных культур по чистоте и морфолого-культуральным (параметры, которые необходимы для культивирования) параметрам.

Процесс получения коммерческого мицелия состоит из следующих этапов:

1. Выбор сырья. В качестве носителя используют зерно злаковых культур (ржи, пшеницы, ячмень, просо и др.) или нейтральные носители, например, перлит или керамзит. Зерновой субстрат все же обладает рядом преимуществ:

- зерно можно заготовить или купить в любое время года;
- процесс производства мицелия на зерновом субстрате максимально технологичен;
- зерновой мицелий может храниться продолжительное время без существенных потерь своей активности.

2. Варка зерна. Первый этап подготовки зерна – варка. После варки вода, в которой варились зерно, сливается, а зерновки высушивают «поверхностно», затем добавляют минеральные добавки (гипс и мел).

3. Расфасовка в емкости выращивания: банки (двух- или трехлитровые) или полипропиленовые пакеты;

4. Стерилизация. Загруженные и закрытые емкости стерилизуют в автоклавах при давлении 2 атм в течение 90 мин. Для стерилизации используют любые медицинские автоклавы емкостью 75 л и более. К работе с автоклавами персонал допускается только при наличии специального разрешения (рис. 40). Необходимо вести учет каждой стерилизованной партии и, кроме того, проверять качество стерилизации субстрата для мицелия. Емкости со стерилизованным носителем выгружают в стерильную зону.

5. Инокуляция. Далее емкости поступают в инокуляционный бокс, который оборудуется бактерицидными и кварцевым и облучателями, стеллажами и газовой горелкой. Когда банки достигли комнатной температуры можно начинать инокуляцию зерна мицелием с агара. После посева всего маточного инокулюма производят встряхива-

ние засеянных емкостей, смысл которого заключается в равномерном перемешивании маточного инокулюма с носителем.



Рис. 40. Проходной автоклав для стерилизации носителя

6. Инкубация. Через 2–3 дня после инокуляции, (если инокуляция прошла успешно), кусочек агара начнет обрастать пухом мицелия, а в местах соприкосновения с зерном мицелий начнет перебираться на субстрат.

7. Расфасовка по пакетам (в случае, если выращивание проводилось в стеклянной емкости) (рис. 41).



Рис. 41. Процесс расфасовки мицелия

8. Инкубация (доращивание).

9. Хранение в холодильной камере. Готовый мицелий хранят в холодильной камере. На длительность хранения мицелия влияют такие факторы, как вид носителя, температура, влажность, проветривание. При 2–4 °С снижается метаболическая активность большей части мицелия и практически прекращается поглощение питательных веществ. Если хранение производят при более высокой температуре 20–22 °С и относительной влажности воздуха более 60 %, мицелий продолжает расти. На нем появляются желтые пятна экссудата, и через 15–18 дней на нем могут формироваться примордии. Это приводит к «старению» мицелия, снижению энергии прорастания и существенной потере будущего урожая (рис. 42).



Рис. 42. Камера хранения коммерческого мицелия

10. Реализация.

В процессе производства мицелия (от исходной пробирки до готовой продукции) возможно получение трех основных видов мицелия:

- **Маточный мицелий.** Такой мицелий получают в специализированных лабораториях из спор плодовых тел грибов. Он хранится в пробирках на твердых питательных средах (агар). В крупных лабораториях зарубежных стран каждую партию маточных культур (особенно гибридных штаммов) подвергают молекулярно-генетическому анализу на предмет ее соответствия данному штамму, т.е. проводят свое-

образный «паспортный» контроль. В России и республиках бывшего СССР такая селекционная работа с маточными культурами, к сожалению, не проводится.

● **Промежуточный мицелий.** Данный тип мицелия представляет собой следующий этап технологической цепи производства, когда культуру с твердой питательной среды (в пробирке, чашке Петри) переводят, как правило, на зерновой носитель в какую-либо емкость (в основном, стеклянные бутылки или банки с фильтрующими пробками). Некоторые производители выращивают глубинную культуру в специальной питательной среде – так называемый «жидкий» мицелий. Для разведения глубинной культуры необходимо дополнительно специальное оборудование – ферментер. Промежуточный мицелий как на твердом носителе (зерне), так и в жидкой среде представляет собой физиологически активную культуру для получения посевного мицелия.

● **Посевной мицелий (коммерческого мицелия).** Производится на различных материалах или носителях. Этот тип мицелия представляет собой третий этап технологического процесса производства. Он, как правило, идет для инокуляции (засева) субстрата, на котором будут выращиваться грибы. Зерновая грибница используется для инокуляции приготовленного субстрата. Она состоит из материала – носителя, полностью колонизированного мицелием.

На всех этапах производства обязательным элементом является контроль качества продукции

Контроль качества продукции

Качество полученного мицелия специалисты оценивают как минимум четырьмя методами:

1. Органолептическая оценка.

Критерии органолептической оценки:

- целостность оболочки, содержащей мицелий;
- плотность обрастания носителя (мицелий должен быть белым, равномерно заросшим);
- приятный грибной запах;
- отсутствие желтых пятен экссудата.

2. Оценка чистоты посевного мицелия. Проводится при высеве на питательную агаризированную или жидкую среду (1,5–2 % от партии мицелия).

3. Оценка энергии прорастания. Осуществляется путем высева в стерильный питательный субстрат, на котором в дальнейшем будут выращивать грибы. При этом оценивают процент опухших зерен и скорость роста мицелия на субстрате. Для оценки энергии прорастания также берут 1,5–2 % от партии мицелия.

4. Оценка сохранности генетических характеристик (продуктивность, конкурентноспособность, устойчивость к неблагоприятным условиям среды, способность формировать примордии, текстура и габитус плодовых тел) осуществляется в производственных условиях при получении плодовых тел, куда обеспечивается доступ специалистов лаборатории.

Контрольные вопросы

1. Из каких этапов состоит производство коммерческого мицелия?
2. Где получают первичный мицелий?
3. Чем занимается лаборатория тиражирования мицелия?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова, Е.Г. Влияние различных видов упаковочных материалов и продолжительности хранения на изменение потребительских свойств, химического состава и безопасности грибов шампиньона двуспорового / Е.Г. Александрова, М.И. Дулов // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 54–56. – EDN UBBUYD.

2. Викулова, О.И. Инновационные технологии выращивания и переработки культивируемых съедобных грибов / О.И. Викулова // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты : материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 8 февраля 2023 г. Ч. 1. – Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. – С. 261–263. – EDN CONPBI.

3. Девочкина, Н.Л. Инновационные технологии и технические средства для производства грибов в защищённом грунте: метод. реком. / Н.Л. Девочкина, В.Г. Селиванов. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 136 с.

4. Грибоводство : учебное пособие / О.Ю. Лобанкова, А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, Ю.И. Гречишкина. – Ставрополь : СтГАУ, 2014. – 140 с. – ISBN 5-9596-0299-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61132> (дата обращения: 10.10.2023).

5. Грибоводство : учебное пособие / О.Е. Богданов, Л.В. Григорьева, И.Б. Кирина [и др.]. – Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2019. – 71 с. – ISBN 978-5-94664-404-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157845> (дата обращения: 10.10.2023).

6. Грибоводство : учебное пособие / О.Ю. Лобанкова, А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, Ю.И. Гречишкина. – Ставрополь : СтГАУ, 2012. – 140 с. – ISBN 5-9596-0299-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/5759> (дата обращения: 10.10.2023).

7. Девочкина, Н.Л. Развитие научных исследований в области промышленного грибоводства во ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО / Н.Л. Девочкина, Р.Д. Нурметов, Л.Г. Дугуниева // Известия ФНЦО. – 2021. – № 1–2. – С. 60–65. – DOI 10.18619/2658-4832-2021-1-2-60-65. – EDN LVYLDU.

8. Долбикова, А.А. Технология выращивания шампиньонов в защищенном грунте / А.А. Долбикова, Д.Ю. Шмаров, Ю.А. Козуб // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы всероссийской научно-практической конференции, п. Молодежный, 14–15 марта 2019 г. Т. IV. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – С. 24–29. – EDN BOLDNN.

9. Дулов, М.И. Химический состав и пищевая ценность грибов при выращивании шампиньона двуспорового на синтетическом субстрате с применением регуляторов роста / М.И. Дулов, Е.Г. Александрова // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сборник научных трудов. – Кинель : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 515–518. – EDN VVPOVR.

10. Жмакин, М.С. Шампиньоны. Вёшенки. Другие виды грибов / М.С. Жмакин; М. Жмакин. – Ростов-на-Дону : Владис, 2010. – (Советы начинающим). – ISBN 978-5-9567-1116-3. – EDN QLAZAH.

11. Исследования субстратов для растений на основе отходов грибоводства / М.Р. Малишевский, Т.Д. Шмырова, С.С. Тарасов, Е.В. Михалев // Рост и воспроизводство научных кадров в АПК : Сборник трудов по итогам Российской национальной научно-практической интернет-конференции для обучающихся и молодых ученых, Нижний Новгород, 19–20 декабря 2019 г. / Под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. – Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия", 2020. – С. 45–48. – EDN TAHZWD.

12. Лысенко, А.А. Современные технологии хранения и транспортировки грибной продукции / А.А. Лысенко // Научное обеспече-

ние агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 г. В 3-х ч. Краснодар, 1 марта 2023 г. / Отв. за выпуск А.Г. Кошачев. Ч. 2. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 589–590. – EDN OJHUCW.

13. Коробская, А.Д. Особенности организации бизнеса по выращиванию грибов шампиньонов / А.Д. Коробская, Л.А. Цветкова // Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса региона : Сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов экономического факультета Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 10–13 апреля 2018 г. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2018. – С. 138–141. – EDN VNSMHU.

14. Кузнецов, А.С. Анализ рынка культивируемых грибов в мире и в ФРГ за 1992–2002 гг. / А.С. Кузнецов // Экономика сельского хозяйства. Реферативный журнал. – 2005. – № 1. – С. 195. – EDN NAMIDE.

15. Куликова, Е.С. Строение и потребительские достоинства грибов шампиньонов / Е.С. Куликова // Актуальные проблемы инфекционной патологии и биотехнологии : Материалы XII Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 30–31 мая 2019 г. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2019. – С. 244–249. – EDN XWAZLV.

16. Лисицкая, Т.Б. Основы микологии / Т.Б. Лисицкая, Т.Д. Великова. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 272 с. – ISBN 978-5-507-45253-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/292889> (дата обращения: 08.09.2023).

17. Михалев, Е.В. Технология выращивания шампиньона : учебное пособие для студентов, обучающихся по агрономическим специальностям / Е.В. Михалев; Е.В. Михалёв; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Нижегородская гос. с.-х. академия. – Нижний Новгород : Нижегородская гос. с.-х. академия, 2005. – 193 с. – EDN QKYFYR.

18. Михалев, Е.В. Технология выращивания шампиньона : учебное пособие для студентов, обучающихся по агрономическим специальностям / Е.В. Михалев ; Е.В. Михалёв ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Нижегородская гос. с.-х. академия. – Нижний Новгород : Нижегородская гос. с.-х. академия, 2005. – 193 с. – EDN QKYFYR.

19. Сапарбаева, У.Ч. Особенности технологии размножения и выращивания шампиньонов (*Agaricus*) в условиях Чуйской долины / У.Ч. Сапарбаева, Н.С. Ыскакова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 6. – С. 17–21. – DOI 10.17513/mjpf.13391. – EDN KLCZBW.

20. Совершенствование холодильной технологии хранения грибов шампиньонов с использованием комплексной технологии / Н.С. Шишкина, Н.И. Федянина, О.В. Карастоянова [и др.] // Холодильная техника. – 2019. – № 12. – С. 42–46. – EDN SHFYIK.

21. Сравнительная оценка способов термической обработки субстрата для культивирования вешенки / Н.Л. Девочкина, Р.Д. Нурметов, Л.Г. Дугуниева, А.А. Рубцов // Картофель и овощи. – 2020. – № 11. – С. 20–22. – DOI 10.25630/PAV.2020.76.62.002. – EDN OAFANP.

22. Шалашова, Н.Б. Культивирование съедобных грибов: Пособие для садоводов-любителей / Н.Б. Шалашова. – М.: Изд-во «Никола-Пресс»; Издательский дом «ЮНИОН-паблик», 2007. – 208 с.

Учебное издание

ДЫЙКАНОВА Марина Евгеньевна
БОЧАРОВА Мария Алексеевна
ВОРОБЬЕВ Михаил Владимирович
ТЕРЕХОВА Вера Ивановна

КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ СЪЕДОБНЫЕ ГРИБЫ

Учебное пособие

Издается в авторской редакции
Техн. редактор *Т.Б. Самсонова*

Подписано в печать 01.11.2023. Формат 60×84/16.
Печ. л. 5,125. Тираж 500 экз. Заказ № 580.

Отпечатано в АНО Редакция журнала «МЭСХ»
127412, Москва, ул. Б. Академическая, д. 44, корп. 2, e-mail: t_sams@mail.ru